קיצור תולדות המאה העשרים

האכזבה הגדולה של המאה ה־20 היתה שחינוך החובה, הקדמה הטכנולוגית, ההשכלה והתרבות **לא הפכו את האדם לטוב או אנושי יותר**, כפי שהאמינו רבים במאה ה־19. הרבה מהטובחים והמענים ורוצחי ההמונים היו חובבי אמנות והאזינו לאופרות וביקרו בתערוכות וכתבו שירים ולמדו מדעי הרוח ורפואה. ובין הפילוסופים הלכה והתחזקה הדעה, **שבמאה ה־20 בא הקץ לעידן ההומניזם והתחיל עידן חדש, שנקרא פוסט־הומניסטי**, מפני שעוד לא היה ברור איך להגדיר אותו. ההיסטוריונים והפילוסופים אמרו, שההומניזם היה תרבות הכתב שאפשרה לנהל את החברה כקהילה ספרותית, ושעם הופעת הרדיו והטלוויזיה, ואחריהם המהפכה הטכנולוגית של שנות ה־80 וה־90, זה כבר לא תקף, ושאת המכה האחרונה להומניזם נתנה הביוטכנולוגיה. והיו שאמרו שזה בסדר, **שההומניזם היה הרמאות הגדולה בתולדות המחשבה האנושית**, ושבמשך מאות שנים הוא לא הצליח ליצור אדם במיטבו, אבל הביוטכנולוגיה מעניקה הזדמנות חדשה ליצור אדם אופטימלי, מפני **שבפעם הראשונה בתולדות האנושות אפשר לשקול סלקציה לפני הלידה**. ואחרים אמרו שזה לא נכון, ושההומניזם העלה את יכולתו של האדם בכך שעשה אותו אחראי למעשיו וזאת היתה התקדמות גדולה. אבל יותר ויותר אנשים סברו **שהאחריות היא מיושנת, ושבמציאות היא כבר נדחקה על־ידי היעילות והתועלת**, ושהאדם החדש לא יהיה אחראי אלא יעיל, ושהיעילות היא הסדר הטבעי של העניינים שעה שהאחריות היא פרי דמיון הומניסטי ותירוץ לחוסר יעילות.

("אירופיאנה – קיצור תולדות המאה ה־20", פטריק אוז'דניק,
תרגום: רות בונדי, הוצאת חרגול ועם עובד)

שמחה לאין קץ

הִתְחַשֵּׁק לוֹ אֹשֶׁר,
הִתְחַשְּׁקָה לוֹ אֱמֶת,
הִתְחַשֵּׁק לוֹ נֶצַח,
תִּרְאוּ אוֹתוֹ!

בְּקֹשִׁי הִבְחִין בֵּין חֲלוֹם לִמְצִיאוּת,
בְּקֹשִׁי גִּלָּה שֶׁהוּא אָכֵן הוּא,
בְּקֹשִׁי גִּלֵּף בְּיָדוֹ יְלוּדַת־הַסְּנַפִּיר
אֶבֶן־צוֹר וְטִיל,
קַל לְטִבּוּעַ בְּכַפִּית אוֹקְיָנוֹס,
לֹא מַצְחִיק דַּיּוֹ כְּדֵי לְהַצְחִיק אֶת הָרִיק,
בְּעֵינָיו רַק יִרְאֶה
בְּאָזְנָיו רַק יִשְׁמַע,
דְּבָרָיו שׁוֹפְעִים מִשְׁפְּטֵי תְּנַאי עַד־בְּלִי־דַי,
בְּעֶזְרַת הַשֵּׂכֶל יְגַנֶּה שֵׂכֶל,
בְּקִצּוּר: כִּמְעַט כְּלוּם,
אַךְ בְּרֹאשׁוֹ חֵרוּת, יְדִיעַת־כֹּל וַהֲוָיָה
שֶׁמֵּעֵבֶר לַבָּשָׂר הַטִּפְּשִׁי,
תִּרְאוּ אוֹתוֹ!

שֶׁהֲרֵי בְּכָל זֹאת הוּא קַיָּם,
הִתְרַחֵשׁ בֶּאֱמֶת
תַּחַת אַחַד הַכּוֹכָבִים הַקַּרְתָּנִיִּים.
מָלֵא חִיּוּךְ וּתְנוּעָה עַל־פִּי דַּרְכּוֹ.
בְּתוֹר וָלָד עָלוּב שֶׁל בְּדֹלַח -
הוּא מֻפְתָּע לְמַדַּי.
בְּהִתְחַשֵּׁב בְּיַלְדוּתוֹ הַקָּשָׁה וּלְאִלּוּצֵי הָעֵדֶר -
הוּא יְחוּדִי בְּאֹפֶן מַרְשִׁים.
תִּרְאוּ אוֹתוֹ!

רַק שֶׁיַּמְשִׁיךְ כָּךְ, שֶׁיַּמְשִׁיךְ לְרֶגַע
וְלוּ לְהֶרֶף עַיִן שֶׁל גָּלַקְסְיָה קְטַנָּה!
שֶׁיִּתְבָּרֵר סוֹפְסוֹף
לָמָּה יֶהֱפֵךְ, עַכְשָׁו מִשֶּׁיֶּשְׁנוֹ.
וְהוּא - עַקְשָׁן.
עַקְשָׁן מְאֹד, יֵשׁ לְהוֹדוֹת.
עִם הַנֶּזֶם בְּאַפּוֹ, בַּטּוֹגָה הַזֹּאת, בַּסְּוֶדֶר הַזֶּה.
שִׂמְחָה לְאֵין קֵץ, יִהְיֶה אֲשֶׁר יִהְיֶה.
מִסְכֵּן.
אָדָם שֶׁל מַמָּשׁ.

("בשבח החלומות", ויסלבה שימבורסקה,
מפולנית: רפי וייכרט, הוצאת קשב לשירה)

אודיסאה

| מסע בין רעיונות |

מערכת:
עורך ראשי: שמואל שם־טוב
עורכות אחראיות: אילה מילר, אורית סוליציאנו
ועדה מייעצת: עידן שגב, עילם גרוס, אורלי שנקר
עריכה לשונית והגהות: מירב הלפרין, אילה לוין
תרגום: כרמית גיא
עריכה גרפית ועיצוב: גילה קפלן, נירית בנימיני

אמנים: אלי גור אריה, גיא זגורסקי, בריאן דטמר
צלמים: חן אדמון, פטריק הוף, ריצ'ארד היקס

איור שער: שירז פומן
תרגום ציטוטים: רְנה ליטוין

מפיקה ומנהלת הפצה: איריס חייט
דפוס: דפוס אלי מאיר

מנהל פרסום ומודעות:
מוזה – פלטפורמת שיווק אקטיבית
מנהל מסחרי: אופיר שאומן
טלפון למודעות: 03-6226226
ofir@my-muzza.co.il

כתובת לפניות:
ת"ד 15055 רחובות 76150
odyssey@odyssey.org.il

הנהלה:
יו"ר: אילה מילר, איקה אברבנאל,
אורית סוליציאנו
מנכ"ל: שמואל שם־טוב

מוציאים לאור:
"אודיסאה – מסע בין רעיונות"
מיסודן של: חברת "טבע",
האוניברסיטה העברית ירושלים

© כל הזכויות שמורות.
תוכן המודעות באחריות המפרסמים

רוצים לעשות מנוי?
03-9411621 ,052-9993111
www.odyssey.org.il

טבע תעשיות פרמצבטיות בע"מ

האוניברסיטה העברית בירושלים
The Hebrew University of Jerusalem

נקודת המבט של אלוהים

מבלי להתכוון, רוב המאמרים בגיליון זה עוסקים במושגי האמת והמציאות. השאלה האם המדע מתאר את המציאות או שהמדענים ממציאים אותה, היא בגדר דיון פילוסופי פתוח. ניטשה כבר אמר: "אנו רואים את כל הדברים דרך ראשו של האדם, ואין ביכולתנו לערוף ראש זה. אבל השאלה נותרת בעינה – מה היה נותר מן העולם לו ערפו בכל זאת את הראש הזה". האם קיים מוסר בנפרד מהאדם? האם מושג היופי הוא יצירה אנושית או מהות אובייקטיבית בעולם הטבע? האם תיאוריה מדעית היא אמת ודאית או פרשנות אינטרסנטית? "אודיסאה" 4 הוא מסע שמתחיל באי־הוודאות הקוונטית, עובר דרך המהפכה הקאנטיאנית, מצטרף לוויכוח על זהות כותבי מגילות קומראן ומסתיים בנקודת התצפית השמיימית של האמן רפי פרץ. בכל הדיונים המרתקים הללו אנו חוזרים ושואלים את עצמנו: האם במדע אנו עוסקים, או שמא מזמן גלשנו אל מחוזות הבדיון והפנטזיה.

"אודיסאה - מסע בין רעיונות"

כתב־עת העוסק במחשבות, רעיונות, דילמות וויכוחים המתקיימים בחזית העשייה המדעית והפילוסופית העכשווית. כתב־העת מכוון ליצירת חיבור בין מדע לחברה ובין רעיונות לתוצאותיהם ולמשמעותם. חברת "טבע" והאוניברסיטה העברית בירושלים מוציאות לאור את "אודיסאה" כחלק מפעילותן לקידום המדע והתרבות בישראל.

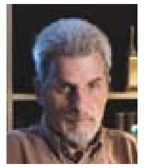
אוקלידס 06 | זיגמונט באומן 07 | נילס בור 10 |
פוטון 12 | מדידה חלשה 14 | שפינוזה 24 | קאנט 25 |
ארנסט קסירר 27 | תומס קון 28 | איי פלורס 30 |
הומו סאפיינס 33 | ויטגנשטיין 33 | אימפרסיוניזם 34 |
אוסקר ויילד 36 | אי הפסחא 41 | תום פרידמן 41 |
די קורצוויל 43 | עשרה ממדים 48 | רב-יקומים 51 |
פרדוקס התאומים 47 | רפי פרץ 52 | איסיים 57 |
מגילות קומראן 55 | יגאל ידין 58 | אוריינות 62 |
אפלטון 66 | כתב חרטומים 68 | ויליאם הרשל 70 |
פרנקנשטיין 70 | חורחה בורחס 72 | ברטראנד
ראסל 75 | ממשק מוח מכונה 80 | ג'ורג' אורוול 84 |
רוברט האכסלי 84 | מפרשי שמש 90 |

תוכן עניינים

מדורים

06 **פתח דבר – מה נוכל להרוויח מכל זה?** / שמואל שם־טוב
18 **להיפטר מרגשי הנחיתות** / ארנה קזין
29 **התשוקה להוביט** / דודי גולדמן
40 **קולוניאליזם – הדור החדש** / אמנון כרמל
52 **תמונת אמן – "באוהאוס"** / רפי פרץ, ד"ר אורלי שנקר
69 **משחה קסום הורגש באוויר** / פרופ' אלי שאלתיאל
84 **בין הפטיש לגרזן** / ד"ר יובל דרור
89 **סקירת מאמרים** / זאב שביידל

שיחה עם פרופ' יקיר אהרונוב



10 מנהרת הזמן

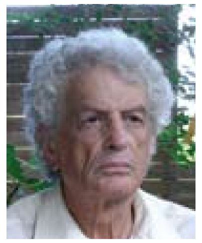
פרופסור אמריטוס באוניברסיטת תל־אביב. פיתח וגילה אפקטים חדשים של התיאוריה הקוונטית – בין היתר, את אפקט אהרונוב־בוהם. פיתח שיטת מדידה חלשה של פונקציות קוונטיות ועוסק בשאלות של זמן והכרה

פרופ' אילון ועדיה

80 האדם הביוני

עומד בראש המרכז (בהקמה) למדעי המוח ע"ש אדמונד ולילי ספרא באוניברסיטה העברית בירושלים. פרופסור לנוירוביולוגיה במרכז IMRIC בפקולטה לרפואה של האוניברסיטה העברית. מנהל הקתדרה ע"ש ג'ק סקירבול לחקר המוח. בשנים האחרונות מתמקד במחקר ופיתוח ממשקי מוח–מכונה

פרופ' זאב בכלר



22 שקיעתו של הרוח

פרופסור אמריטוס במכון כהן להיסטוריה ופילוסופיה של המדעים והרעיונות באוניברסיטת תל־אביב. פרסם ספרים על פילוסופיית האקטואליות של אריסטו, על המבנה המושגי של המהפכה הניוטונית ועל המהפכה הקאנטיאנית במאה ה־20, וכן מאמרים שונים בתחום הפילוסופיה של המדעים. כותב ספר על אתיקה אקטואליסטית

ד"ר דיויד גרייבס

32 לראות שקיעה ולמות

מרצה בכיר לאמנות ולפילוסופיה במכללה האקדמית של תל־אביב־יפו, צייר חובב ובסיסט בלהקת רוק. תחומי התמחותו הם פילוסופיה של האמנות ואסתטיקה. כמו כן עוסק בפילוסופיה של הדת ובלוגיקה פילוסופית. ספרו "Beautiful" עומד לראות אור בקרוב

פרופ' ירון עוז

44 אודיסאה ביקום

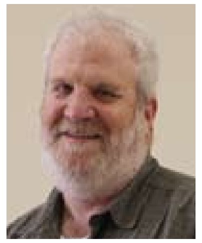
ראש ביה"ס לפיזיקה ולאסטרונומיה באוניברסיטת תל־אביב ומופקד על הקתדרה לפיזיקה ע"ש יובל נאמן. מחקריו עוסקים, בין היתר, בתורות על־מיתר, פיזיקת החלקיקים וכבידה קוונטית. היה עמית מחקר באוניברסיטת ברקלי וחבר סגל במכון המחקר CERN בשוויץ

פרופ' עדנה אולמן–מרגלית

54 תעלומות המגילות הגנוזות

פרופסור מן המניין לפילוסופיה באוניברסיטה העברית בירושלים. עד לאחרונה כיהנה כמנהלת המרכז לרציונליות באוניברסיטה, ועתה היא ראש ביה"ס לחינוך. ספרה: Out of the Cave: A Philosophical Inquiry into the Dead Sea Scrolls Research ראה אור בהוצאת האוניברסיטה של הרווארד ב־2006

פרופ' שיזף רפאלי



62 תקליק, הצלה

ראש המרכז לחקר חברת המידע וראש ביה"ס לניהול באוניברסיטת חיפה. חוקר, מלמד ויועץ בתחום המדיה, האינטרנט, תקשורת מתווכת מחשב, רשתות וניהול. בין תחומי העניין שלו: ערך המידע בסביבות מקוונות, מנגנונים של שיתוף מידע והשימושים בו, האופנים בהם ניהול ושינוע של מידע יכולים להשפיע על פרטים ועל ארגונים

פרופ' ליאו קורי

72 טובעים ב(מ)ספרים

ראש המכון להיסטוריה ופילוסופיה של המדעים והרעיונות ע"ש כהן, באוניברסיטת תל־אביב, ועורך כתב־העת "Science in Context", בהוצאת אוניברסיטת קיימברידג'. תחומי המחקר המרכזיים שלו הם תולדות המתמטיקה והפיזיקה בראשית המאה ה־20. ספרו "קיצור תולדות המספרים" יראה אור בסדרת "האוניברסיטה המשודרת"

שמואל שם-טוב

מה נוכל להרוויח מכל זה?

המְמזרים משנים את הכללים, ואיש לא מצליח לעקוב אחר קצב ומשמעות השינויים. בעולם החדש בידור מחליף תרבות, דיבור מחליף מעשה, ומראית עין מחליפה את המהות. בעולם כזה, המדע מאבד את תפקידו כנותן פשר ונעשה ספק שירותים אחד מני רבים

"אם מישהו מהם יכול להסביר את זה", אמרה אליס... "אתן לו שישה פני. אני לא מאמינה שיש שמץ של משמעות בכל זה".
"...אם אין בזה משמעות", אמר המלך, "מה טוב: זה חוסך המון טרחה, את מבינה, כי לא נצטרך לגלות אותה. ובכל זאת", המשיך... "נראה לי שאני מבחין באיזו משמעות, אחרי ככלות הכל".
("הרפתקאות אליס בארץ הפלאות", לואיס קרול)

■ מספרים על אוקלידס, האיש שהעניק לנו את הגיאומטריה האוקלידית, שסוחר בשוק שהאזין לו, שאל: "מה התועלת המעשית במשפטים הגיאומטריים שלך?" אוקלידס הסתובב אל העבד שליווה אותו ואמר לו: "תן לאיש הזה מטבע כסף, הוא רוצה להרוויח משהו מלימודו". כת הפיתגוראים נהגה לומר, 200 שנה לפני אוקלידס: עוד תרשים = עוד צעד (בידע שלנו), ולא עוד תרשים = עוד פרוטה.

.השאלה ששאל הסוחר לפני אלפיים שנה, מעלה אמנם על פנינו חיוך מבטל, אבל היום היא נשאלת ברצינות גמורה. "מה ייצא לנו מזה?" היא שאלה המלווה כל השקעה במדע. תחומי מחקר תיאורטיים נעלמים וחוגים לא־פרודוקטיביים נסגרים. העולם המודרני, ובכלל זה האקדמיה והמדע, פועלים כמעט אך ורק משיקולי עלות־תועלת.

מאז החלו הפילוסופים היוונים לשאול שאלות הנוגעות לטבע העולם, יצאה הרוח האנושית, באמצעות המדע, למסע כיבוש מרתק. שיאו של המסע התרחש עם עליית המדע המודרני – במאות ה־16, ה־17, ה־18 וה־19. בתהליך מהיר, שהתרחש במקביל לשינויים בתוך הכנסייה הנוצרית ולמגמת חילון מתמשכת, השתלט המדע על יותר ויותר תחומי תרבות ורוח. הישגיו המדהימים הקנו לבני האדם תחושה שהנה, עוד־מעט ממש, יפענח איש המדע את רזי היקום והטבע ויציב את בני האדם במקומם הטבעי כשליטי הקוסמוס. המדע הצטייר בעיני רבים כ"פתרון ישועתי", שעתיד להעניק לאדם סדר ומשמעות חדשים.

תחושה זו הגיעה לשיאה בתקופת הנאורות. למרות שלא התיימר לכך, הצטייר המדע כחלופה לדת – תשובה טוטלית, שיש בכוחה להסביר כל תופעה. בניגוד לדת, הוכיח המדע שהנבואות שלו מתקיימות. ההערכה למדע לא נבעה מהתועלת שהוא מביא, או מהטכנולוגיות שהוא יוצר, אלא בעיקר מהמשמעות ומהפשר שהוא נתן לדברים.

בעידן הנאורות היתה למושגים משמעות

המדע, שניסה לייצר "פתרון כולל", נתפס בתודעה האנושית כאלטרנטיבה לדת, כפי שראו עצמן כל האידיאולוגיות הגדולות של המאה ה־20. התרסקות האידיאולוגיות וההתנערות מהן, השפיעו על־כן גם על היחס למדע וגם על הירידה בהשפעתו ובמעמדו

ברורה. **אמת**, כך מקובל היה לחשוב, יש רק אחת, והיא נובעת בעיקרה מהניסיון, והאנושות צועדת **קדימה**, כשכל שלב התפתחותי עולה על קודמו. **השכל**, הניסוי והעובדות המוכחות מחליפים את המלל הסכולסטי חסר הכיסוי, **הזמן** הוא נצחי, וככל שחפץ או רעיון **עמידים** יותר בזמן – כך עולה ערכם. המדע ייצא את מערכת הערכים הזו בדרך עבודתו. מושגים כמו אחריות, אמינות, עקביות, אמת ורציונליות

תנועת הרפורמציה של לותר היא שחוללה את השינוי המשמעותי בהקשר זה. האתיקה הפרוטסטנטית, והקלוויניזם במיוחד, הדגישו את חשיבות ההתנהגות בעולם הזה בדרך אל הישועה וטענו שהצלחה בחיי היומיום, ובעיקר בתחום העבודה, היא עדות להתנהגות נכונה ומוסרית בפני האל. האתיקה הזאת מקושרת לתהליכי חילון ולעליית המדע והקפיטליזם

חלחלו מן המדע אל המסחר, הפוליטיקה, האמנות והשפה. המדע הציג אלטרנטיבה תרבותית, ואנשי המדע הפכו לגיבורי תרבות ולמובילי דרך.

במהלך המאה ה־20 התרסקו האידיאולוגיות הגדולות, ובסופה הוכרז על ניצחונו הסופי של הקפיטליזם. בעיצומם של תהליכים אלה התחולל שינוי דרמטי־תודעתי ומושגי – ביחס אל המדע ואל מערכת הערכים והמושגים שהוא מייצג. במאה ה־20, ובמיוחד לקראת סופה, חדל המדע להיות הצעה למשמעות וביטוי לניצחון הרוח האנושית, והפך להיות כלי תועלתני הנמדד בהישגים פרקטיים וטכנולוגיים.

התקציבים לפרויקטים הגדולים של המדע המשיכו לזרום, התקשורת המשיכה לרומם חוקרים ומדענים, ולימודי מדע נשארו עדיין חלק מרכזי מתוכנית הלימודים המערבית, אלא שמבלי שנרגיש, המיתוס השתנה לחלוטין: כיום, המדע מוערך כאמצעי לשיפור רמת החיים, והמדענים – כספקים מוצלחים של טכנולוגיות.

לא עוד פשר ומשמעות. המדע המודרני אינו עוסק כלל בנושאים אלה. לא עוד הבנת האדם. מדעי הרוח אינם עדיפים על כל דיסציפלינה רוחנית או דתית מתחרה. במאמר חשוב על אופיו של המדע המודרני, המתפרסם בגיליון זה, מסביר פרופ' **זאב בכלר** את המהפך הפילוסופי שהתרחש במדע, ובעקבותיו גם בתרבות:

"אין יותר להיסטוריה של המדע משמעות של התקדמות אל עבר אמת ואובייקטיביות כלשהן, אלא רק התקדמות אל טכנולוגיות מצליחות יותר. פירוש הדבר שההצלחה הפרקטית והמסחרית היא קנה־המידה היחיד לקִדמה המדעית".

"גיבורי התרבות השתנו: אנשים שיש להם כיסוי' נעלמו, ובמקומם באו אנשים שיש להם אך ורק דימוי. אמינות, מחויבות והתמדה אינן עוד תכונות המקנות כבוד לבעליהן, ואילו הצלחה כלכלית וכסף - גם אם הם מושגים באמצעות מניפולציות ושקרים - הם המדד הבלעדי להתקבלות החברתית והמעמדית, שביטויה האופייני בלשון העכשווית הוא 'סלבריטאות'"

בתחילת המאה ה־21, בסוף העידן הפוסט־מודרני, איבדו הערכים המוחלטים את ערכם ונשחטו הפרות הקדושות. בכל תחומי החיים מתבטלות ההיררכיות, טוב ורע הם הגדרות תרבותיות, מושגי האמת והשקר מיטשטשים, והתבונה, כמו המדע, היא רק כלי פוטנציאלי, אחד מני רבים, לשיפור איכות החיים.

הסוציולוג זיגמונט באומן טוען, שהפוסט־מודרניזם משחרר את המודרניות מאשליותיה. הוא מכנה את תקופתנו "עידן המודרניות הנזילה", מודרניות שבה שולט לא המצב המוצק והקבוע, אלא השינוי התמידי. במצב

>>

"משפט סוקרסט", ז'אק לואי דויד / תמונה: ויקישיתוף

>> נזיל זה אין מסגרות, אין כללים ואין ערכים. בעידן המודרניות הנזילה התחלפו – בכל תחומי החיים – כמה מן המושגים התרבותיים המשמעותיים שהיו בעבר בסיסי האתוס המדעי.

הרציונליות הוחלפה במושגי ה"ניו אייג'" – מיסטיקה, רגש ותקשור, והאמת הפכה לאופציה תלויית תרבות וזמן, המתחלפת בתדירות גוברת והולכת. איזה ערך יש לרעיון גדול, אם בתוך זמן קצר הוא יוחלף ברעיון גדול אחר? בחיי היומיום המלל החליף את המעשה, תדמיות באו במקום המהות, השטחיות גברה על העומק, ואידיאל השינוי התכוף הביס את רעיון העמידות והיציבות לאורך זמן. בכלכלה, כמו בפוליטיקה ובתרבות, גבר הטווח הקצר על הטווח הארוך, והסיפוק המיידי דחק את ההישגים העתידיים.

גיבורי התרבות השתנו: אנשים ש"יש להם כיסוי" אינם נחשבים, ובמקומם הופיעו אנשים שיש להם אך ורק דימוי. אמינות, מחויבות והתמדה אינן עוד תכונות המקנות כבוד לבעליהן, ואילו הצלחה כלכלית וכסף – גם אם הם מושגים באמצעות מניפולציות ושקרים – הם המדד הבלעדי להתקבלות החברתית והמעמדית, שביטויה האופייני בלשון העכשווית הוא מושג ה"סלבריטאות".

בעידן המודרניות הנזילה, ההסבר וההבנה אינם מעוררים עניין. האם חשוב לנו לדעת איך פועל הטלפון הסלולרי שלנו? לא. העיקר שיעבוד. ממה בנוי היקום? השאלה, כמו גם התשובה, אינן מבטיחות לנו כרגע שום תועלת או הכנסה. המדע המודרני מודה כי איננו מסוגל עוד להעניק משמעות, והוא הופך בהדרגה למכשיר בלבד. גם הוא, המדע, נמדד עתה בתועלת הישירה שהוא יכול לספק. הכל נשפט במבחן התוצאה.

רוב אנשי המדע השלימו עם התהליך הזה, והם אינם עוסקים יותר במשמעות, ערכים או חזון אנושי. הניתוק החד בין מדעי הטבע לבין מדעי הרוח, שאליו מתייחסת **ארנה קזין** בגיליון זה, אינו ניתוק טכני. זהו ויתור ברור של אנשי המדע על הניסיון לתת, בעזרת התבונה, הסבר משמעותי כולל, טוב יותר או טוב פחות, לקיומנו כאן. אנשי המדע אינם רואים עוד בעצמם מובילי עמדה ערכית וחברתית, ומפקירים את השדה הפילוסופי והתרבותי בידי האופנות הרוחניות המתחלפות. הם הולכים ומסתגרים בתחומי המחקר הצרים והמדויקים שלהם, מדברים בינם לבין עצמם בקודים סגורים, הופכים פחות ופחות נהירים, מסרבים לתת לממצאיהם משמעות רחבה, נמנעים מחיבור בין תחומי מחקר ורעיונות ומתגאים בעיקר בהישגים טכנולוגיים.

אין פלא, לכן, שהמדע המודרני איבד את מעמדו התרבותי המוביל. אנשי מדע מרבים להתלונן על כך שאינם מוּכָּרים מספיק, שהנתק בינם לבין הציבור מתרחב, ושהתקשורת מתעלמת מעבודתם. בכנסת הישראלית יש היום יותר דוגמניות מאנשי מדע, גיבורי התרבות המודרניים הם כדורגלנים, שחקנים ואנשי עסקים שהתעשרו במהירות. אנשי רוח ומדע נחשבים פחות ופחות, והשפעתם התרבותית בטלה בשישים, כי עולם המושגים שהם מייצגים הולך ונעלם.

גיליון זה מנסה לעסוק דווקא ברעיונות העמוקים יותר של פילוסופיית המדע. במושגים, ולא בהישגים; ברעיונות, ולא בחידושים טכנולוגיים. אליס, גיבורת ספרו של לואיס קרול, המלווה חלק ממאמרי גיליון זה, מסמלת את סימני השאלה ואת חיפוש הדרך, כאשר בהרפתקה מרתקת, המתרחשת במחילת הארנב, היא עוברת בין עולמות משתנים וחווה את החילופים המהירים בהבנת המושגים ובמשמעותם. בהקשר שלנו, אליס היא סמל למאבקה של התבונה, המבקשת לתת פשר לתופעות.

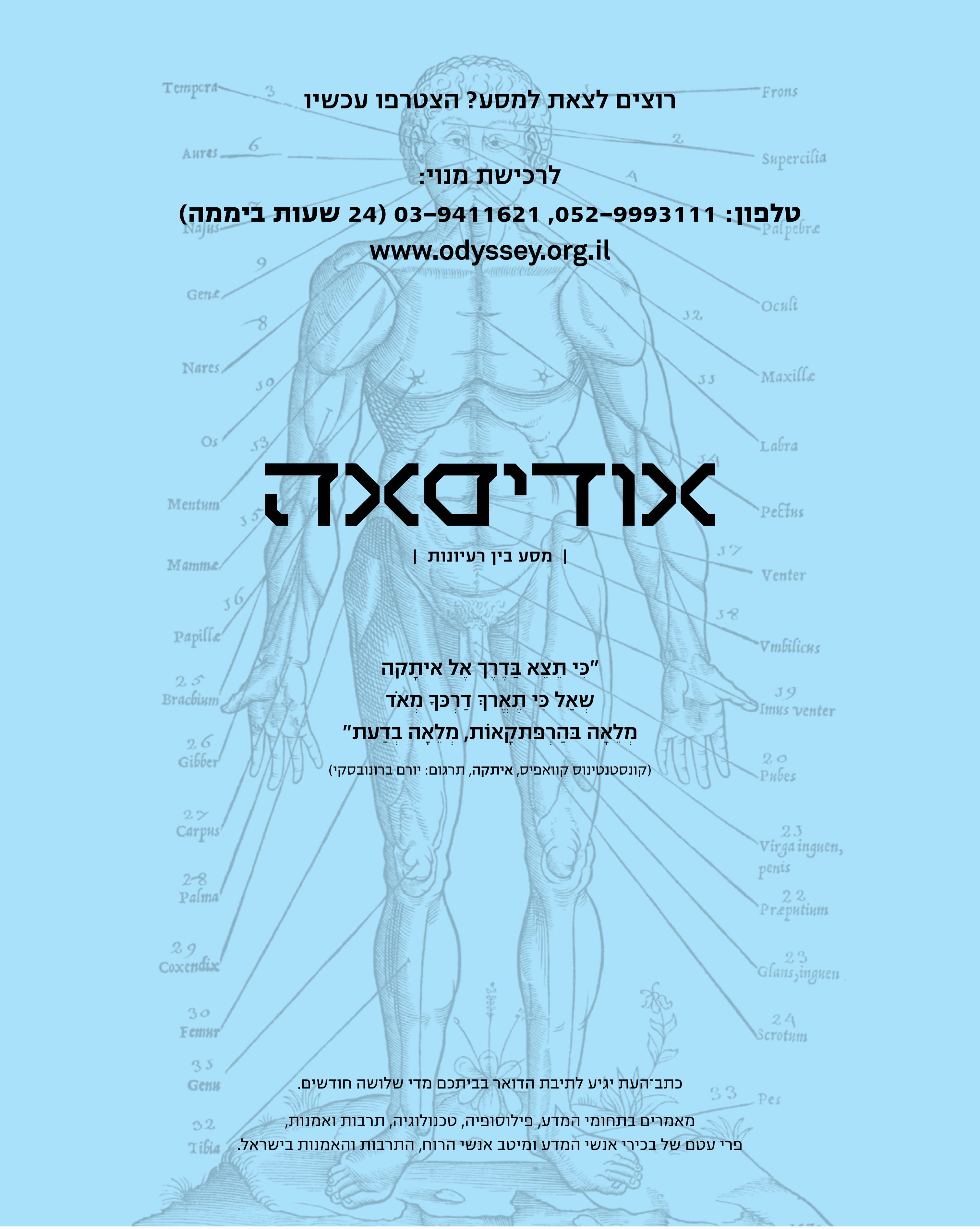
האם יש לרעיונות המדעיים תפקיד חברתי ותרבותי? האם תיאוריה מדעית נמדדת אך ורק בתועלת כלכלית? האם המדע מעניק משמעות לאדם? האם הוא בכלל שונה מהסברים אחרים? בגיליון זה אנו מנסים להתמודד בעקיפין עם שאלות אלה. פרופ' **יקיר אהרונוב** מחבר בין החידושים שגילה בתורת הקוונטים לבין הרצון החופשי והמודעות. ד"ר **דייוד גרייבס** מנסה לפענח את מושגי האסתטיקה שלנו, ובמיוחד את משמעות מושג היופי. פרופ' **זאב בכלר** מקשר בין תיאוריה מדעית לתיאוריה מוסרית. פרופ' **עדנה אולמן-מרגלית** מתארת איך תיאוריה מדעית מתקבלת ונותנת פשר לממצאים ארכיאולוגיים, ופרופ' **שיזף רפאלי** מנסה לבדוק איך משפיעות הטכנולוגיות החדשות ברשת על השפה, הקריאה וההתנהגות של בני האדם במאה ה־21.

במבוא לכרך הראשון של האנציקלופדיה העברית, אחד ממפעלי הידע המפוארים של היישוב היהודי בארץ ישראל, כתבו העורכים כך: **"מאז ומעולם שאף האדם להקיף בהכרתו את כל התופעות בעולמו הפנימי ובעולם הסובב אותו. שאיפה זו גרמה לכך שהחקירה קדמה לידע, ההשערה לניסיון, וההכללה להכרת הפרטים. אולם משהכיר האדם את הסביבה הכרה ממשית, הוכרח לוותר על כמה הנחות קודמות ולבנות מחדש את השקפת עולמו לפי העובדות שהכיר מחדש... ברבות הימים, נהפכה השאיפה לידיעה מקפת לאידיאל חינוכי ולאמצעי החשוב ביותר לעליית האדם".**

נפלא להיזכר, כי מפעל האנציקלופדיה העברית יצא לדרך ב־1944, בעיצומה של מלחמת העולם. ב־1948 החלה הדפסת הכרך הראשון, אך זו נפסקה בשל מלחמת העצמאות כאשר המערכת, שפעלה בירושלים הנצורה, איבדה את הקשר עם ההנהלה שישבה בתל אביב. העבודה על הכרך הראשון הסתיימה ב־1949

בניסיון שעושה האדם להכיר את סביבתו, בפרשנות שהוא נותן לתופעות ולמשמעותן ובערכו של המדע כמפעל חינוכי עוסק גיליון מספר 4 של "אודיסאה – מסע בין רעיונות".

shemtov2@netvision.net.il



שיחה עם פרופסור יקיר אהרונוב / צילום: פטריק הוף

"המהפכה הקוונטית הוכיחה שבניגוד למה שחשבנו והאמנו, העולם המיקרוסקופי אינו דטרמיניסטי. הוא אינו מתנהג בדרך שהפיזיקה הקלאסית חשבה שהוא אמור להתנהג. יש בו רמה גבוהה של אי־ודאות מובנית. התורה הקוונטית קובעת מעל לכל ספק, שכשמדובר בחלקיקים קטנים לא ניתן לקבוע את התנהגותם בוודאות. זו היתה מהפכה"

מנהדות הזמן

למעלה מעשרים שנה שפרופסור יקיר אהרונוב מפתח הסתכלות חדשה ומקורית על המסתורין הקוונטי. הפתרונות שהציע ומערכת המדידה שגילה, חושפים היבטים חדשים של הטבע ושל מושגי הזמן, הרצון החופשי והמודעות העצמית של בני האדם. כיצד הופכות בעיות פילוסופיות לא פתורות להצעה לפיזיקה מסוג חדש ומפתיע

"ואם כך", חשבה אליס, "לעולם לא אגדל יותר? מצד אחד זה מנחם – לעולם לא להפוך לאישה זקנה, אבל, מצד שני, תמיד להכין שעורים! לא, זה לא נראה לי בכלל".

("הרפתקאות אליס בארץ הפלאות", לואיס קרול)

■ "אנו עומדים בפתחה של מהפכה בפיזיקה", אומר פרופסור יקיר אהרונוב, בכיר הפיזיקאים הישראלים הפועלים היום. "המהפכה הזו היא מחויבת מציאות בשל הפערים הגדולים המתקיימים היום בין הפיזיקה התיאורטית לניסיון החושים והאינטואיציות שלנו. הפיזיקה החדשה תהיה כזו שמתיישבת יותר עם ניסיון החושים שלנו ותהיה קשורה לפעילות של מערכות מורכבות במיוחד. זו תהיה פיזיקה שתסביר לנו יותר על העולם ועל עצמנו כבני אדם הפועלים בתוכו".

אפשרות למהפכה קרובה בפיזיקה אינה תחזית מקובלת על מרבית הפיזיקאים. בהקשר זה נמצא אהרונוב במיעוט. אבל כל מי שמתמצא בהתפתחויות האחרונות בפיזיקה תיאורטית, מסכים כי התחום נע בתזזיתיות בין מדע לפנטזיה, בין רעיונות מופשטים ומוזרים למשוואות מתמטיות שמובילות למסקנות תיאורטיות, שבעבר לא היו יכולות להתיישב עם החשיבה המדעית. פרופסור יקיר אהרונוב עוסק כל חייו בנקודות ההשקה הללו בין מציאות לדמיון. במחקריו, העוסקים במכאניקת הקוונטים, פתח דלת לחשיבה חדשה ומקורית בכמה נושאים מרכזיים הקשורים לפילוסופיה, מדע, אדם וטבע.

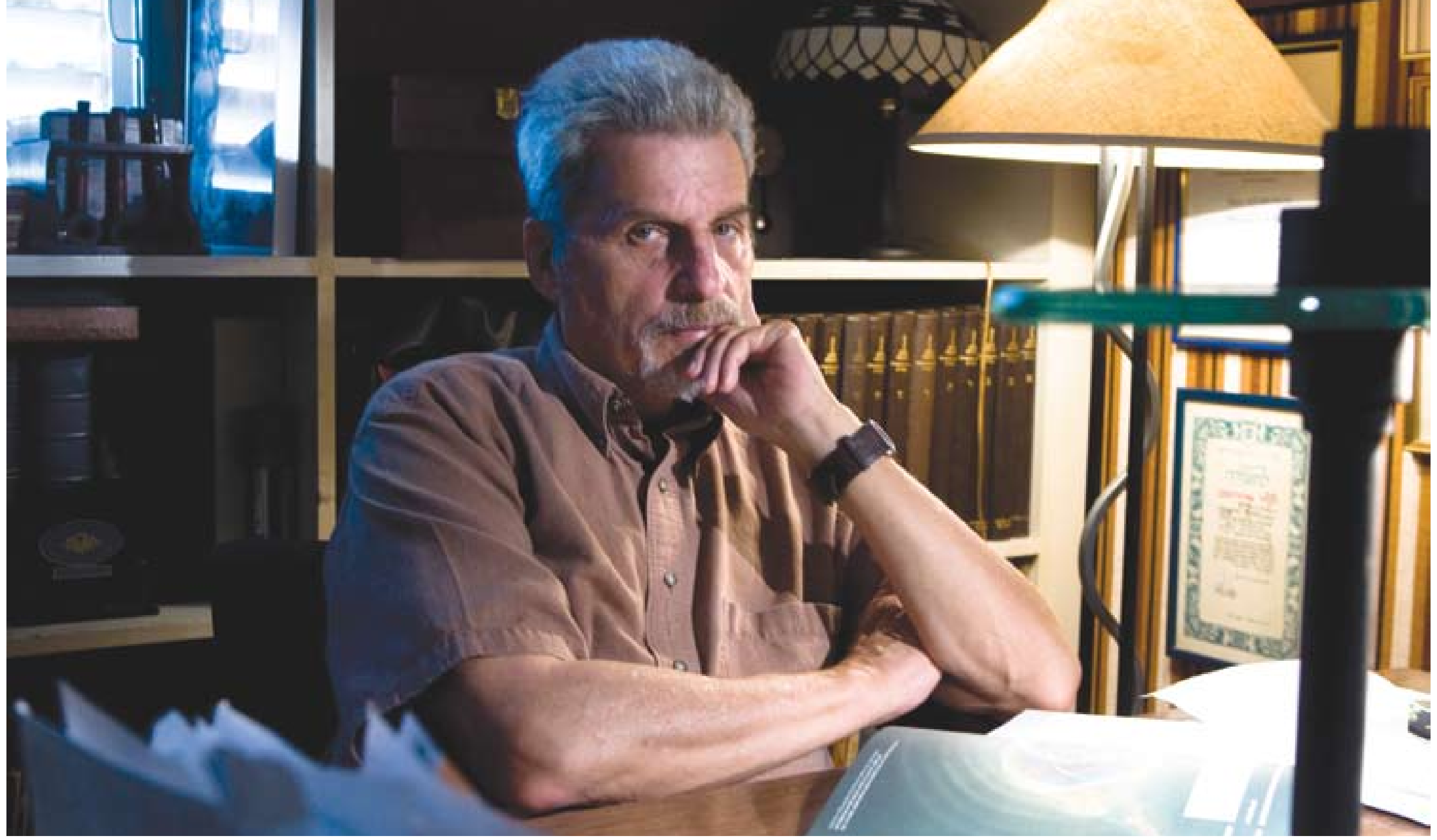
כמעט חמישים שנה שאתה פיזיקאי. מה השאלה המרכזית שהפעילה אותך? מה חיפשת?

"כמו אנשי מדע רבים הוקסמתי מתורת הקוונטים. כשאיינשטיין הבין בזמנו את משמעות התיאוריה, הוא אמר שאלוהים לא משחק בקוביות. נילס בור אמר לו: אתה לא תגיד לאלוהים במה ואיך לשחק. אני הצגתי שאלה אחרת. שאלתי את עצמי **למה אלוהים משחק בקוביות**? מה זה נותן לו? למה הטבע מתנהג בצורה שכזו? השאלה הזו פתחה לפניי אפיקי מחקר ומחשבה חדשים. כדי להבין את הרעיונות שלי ואת הבעיות שהתמודדתי מולן, חשוב להבין תחילה את ההבדל בין הפיזיקה הקלאסית לתורה הקוונטית.

בתיאוריה הפיזיקלית הקלאסית, הרעיון המרכזי הוא שהטבע דטרמיניסטי. יש בו סיבתיות, כלומר מחזוריות של סיבות ותוצאות

>>

פטריק הוף Patrick Hoff



יקיר אהרונוב, לקראת פילוסופיה חדשה / צילום: אנטולי מיכאלו

>> הנובעות מהסיבות. בעולם דטרמיניסטי, אם אנו יודעים את כל מה שצריך וגם ניתן לדעת, אפשר לנבא בוודאות מה יקרה בעתיד עם כל גורם פיזיקלי. אין שום אי־ודאות. אנו יכולים לנבא במדויק את אופן נפילת המטבע שנזרקה בהגרלה באופן מקרי או את המספר שיופיע ברולטה בתום סיבוב הגלגל. צריך רק לאגור את הנתונים המדויקים – עוצמת הסיבוב, החיכוך, סוג החומר וכדומה, והתוצאה הסופית תהיה מדויקת.

המהפכה הקוונטית הראתה שבניגוד למה שחשבנו והאמנו, העולם המיקרוסקופי אינו דטרמיניסטי. הוא אינו מתנהג בדרך שהפיזיקה הקלאסית חשבה שהוא אמור להתנהג. יש בו רמה גבוהה של אי־ודאות מובנית. נכון שבעולם המקרוסקופי – המורכב מהמון אטומים הצבורים במכלולים גדולים – הפיזיקה הקלאסית מסוגלת לדייק ולנבא את מה שיתרחש. אנו מצליחים לעשות זאת בגלל שאנו מסוגלים לשקלל ממוצעים, והסטייה מהם אפסית. אבל הפעולה הזו אינה ישימה בעולם המיקרוסקופי. התורה הקוונטית קובעת מעל לכל ספק, שכשמדובר בחלקיקים קטנים לא ניתן לקבוע בוודאות את התנהגותם. זו מהפכה פילוסופית ומשבר לפילוסופיה של המדע. העולם שלנו מתנהג כמו משוגע?

האמת היא שרוב האנשים בעולם לא מצליחים להבין את הרעיון הזה. בכלל, תורת הקוונטים פורחת כבר כמעט מאה שנה ואנשים לא מצליחים להבין במה מדובר. חלקיקים משנים את התנהגותם כשאנו מסתכלים עליהם. אותו חלקיק נמצא גם כאן וגם שם? זה נשמע כקסם אמיתי.

השם קוונטים הגיע מתגלית מרעישה, שכל צורת אנרגיה מורכבת מפרודות קטנטנות של אנרגיה שאי אפשר לחלק אותן יותר. גם זה היה בניגוד לכל מה שידעו עד אז. האור נראה לנו רציף, אבל הוא לא. פרודות האנרגיה שאינן ניתנות לחלוקה נקראות **קוונטה**, והאור למשל מורכב מנקודות נפרדות של אור הנקראות פוטונים. אם עושים ניסיון, מגלים בבירור שהאור המופיע על מראת הקליטה מורכב מנקודות נפרדות היוצרות רצף לכאורה.

כאשר החלו לבדוק את התנהגות ה"קוונטים", החלו ההפתעות. כדי לנבא התנהגות עתידית של אלקטרון או חלקיק אור – אנו צריכים לדעת את מיקומו ואת מהירותו. כדי למדוד ולקבוע נתונים אלה, אנו צריכים להסתכל על החלקיק. אנו צריכים להאיר עליו כדי להסתכל. האור שאנו מאירים מורכב מפרודות שפוגעות בו. מכיוון שהוא כל־כך קטן, הפוטון שפוגע בו מזעזע אותו ולכן לא ניתן לזהות את מקומו ומהירותו. ככל שאנו מנסים לראותו יותר, אנו פוגעים בו יותר.

חלקיק שיש לו מסה גדולה, אי־הוודאות של מקומו קטנה ביותר. הוא אינו מושפע מהפוטונים שאנו שולחים לעברו ולכן אין לנו בעיה לזהות את כל המידע לגביו. אבל אלקטרון שיש לו מסה קטנה מאוד, אי־הוודאות נהיית משמעותית ביותר לגביו. זו הסיבה שאין אפשרות לערוך מדידה של הנתונים בחלקיקים קוונטיים כדי לנבא את התנהגותם. יש נוסחה לרמת אי־הוודאות הזו.

$\Delta X \times \Delta Vx \ge \frac{H}{M}$ **תחום אי־הוודאות של מיקום החלקיק. כאשר H = קבוע אוניברסלי – הקבוע של פלנק. M = מסת החלקיק. מכיוון ש־H הוא מספר קטן ללא שיעור (10 בחזקת 27), גם מסה קטנה יחסית תבטל את אי־הוודאות**

אבל זו לא רק בעיית מדידה או השפעות של ההתערבות שלנו.

"ברור לי שהעתיד אכן משפיע על העבר, ובצורה מעניינת. ההשפעה הזו שבאה מהעתיד אינה מכריחה את העתיד לקרות. היא אינה סיבה לשינוי העתיד. היא רק מאפשרת לראות דברים נוספים בהווה. הזמן לא זורם. דברים זורמים בזמן. בפיזיקה החדשה יש מצב מסוים שאנו נותנים לו לנוע קדימה בזמן, ויש מצב אחד שאנו נותנים לו לנוע אחורה בזמן"

מדובר בבעיה מהותית. אנו לא יכולים לנבא את התנהגות החלקיק. גם אם יש לנו את הנתונים הדרושים בזמן נתון, לא נוכל לנבא בוודאות את ההתנהגות בזמן הבא. יש משהו במהות ההתנהגות של החלקיק, שאינו ניתן למדידה וחיזוי ודאי.

מעבר לבעיית המדידה, מהי ההפתעה גדולה ביותר שעלתה מהתורה הקוונטית? מהו הרעיון המרכזי שאנו כל־כך מתקשים להבין או לחוש באינטואיציות שלנו?

ההבנה הקוונטית גילתה מצב חדש בטבע. משמעות המצב החדש היא שהטבע אינו סיבתי. אם ניקח שני אטומים זהים לגמרי, נגלה לפתע שהם מתפרקים בזמן שונה ללא כל סיבה. זה דבר שאינו מתקבל על הדעת בפיזיקה. מדענים הסתכלו שוב ושוב ושאלו: איך יתכן ששני חלקיקים זהים מתנהגים באופן שונה וללא כל סיבה? האם הטבע אקראי? אין בו סדר? אין בו הגיון? האם הטבע קפריזי? אנו האמנו שלכל תופעה יש סיבה, ולפתע נתקלנו בתופעה שהיא לכאורה חסרת סיבה. כל חלקיק מתנהג אחרת באותה מערכת סיבתית.

הפיזיקאים האמינו תמיד שהטבע מתנהג לפי סדר, הרמוניה ויופי ופתאום התברר שהחלקיקים הקטנים אינם מתנהגים כך. התחילו לבחון את התוצאה המוזרה והסתבר שתורת הקוונטים מדויקת מתמטית ואין כל בעיה בחישובים.

גם הניסויים הוכיחו שהחלקיקים מתנהגים בדרך שונה משחשבו. התברר שאיננו יכולים לנבא מה יקרה עם החלקיק, אלא רק מה ההסתברות שיקרה לו משהו. כאן התורה הקוונטית נותנת תוצאות מצוינות. באמצעות פונקציה שנקראת **פונקציית הגל של שרדינגר**, ניתן לתאר מה הסיכוי שנמצא אלקטרון במקום מסוים. הפונקציה הזו מנבאת התנהגות, אבל מדובר בניבוי סטטיסטי בלבד. עד תורת הקוונטים, הפיזיקה דיברה על גדלים פיזיקליים שאנו רואים ויודעים את מיקומם ואת כיוון תנועתם. מתורת הקוונטים ואילך אנו מתארים הסתברויות סטטיסטיקות (ולא פיזיקליות) ופונקציות מתמטיות לחישוב סיכויים של תוצאות אפשריות שנקבל במעבדה.

הפיזיקאים והפילוסופים היו נפעמים מהגילוי הזה, שחלקיקים מתנהגים בצורה שונה לחלוטין ממה שאנו חשים או יודעים. בעקבות הגילוי גם פותחו רעיונות רבים שנועדו להסביר את אי־הוודאות הזו. מה היה כיוון העבודה שלך ומה היה הרעיון המרכזי שאליו הגעת?

שאלתי את עצמי מה מרוויח הטבע מההתנהגות הקפריזית הזו? מכיוון שזכיתי להצלחה ולהכרה מדעית בעבודת הדוקטורט שלי, ניתנה לי האפשרות לחקור ולעסוק בשאלות שסיקרנו אותי ולנסות להעלות כל מיני רעיונות משוגעים. החלטתי לבדוק כל דבר שעלה במוחי ונראה לי מעניין, וכך עסקתי ברעיונות מהפכניים שהגיעו לבשלות בשלב מאוחר יחסית.

בעבודת הדוקטורט שלו הראה אהרונוב, יחד עם מנחה הדוקטורט דייוויד בוהם, שבתורת הקוונטים מתנהגים כוחות בצורה שונה לגמרי מאשר בפיזיקה הקלאסית. חלקיק קוונטי יכול להרגיש כוח גם ממרחק, ולא רק אם הוא נע במרחב שבו הכוח קיים. זהו אפקט אהרונוב–בוהם

שאלתי, למשל, למה שני חלקיקים שמצבם זהה ברגע נתון מתנהגים שונה בזמן מאוחר יותר והתשובה שנתתי לשאלה היתה קשורה למושג הזמן, שהוא אחת התופעות המרתקות ביותר בפיזיקה. עניתי לעצמי, שאולי הטבע רוצה לספר לנו משהו שלא הבנו על מושג הזמן. יש הבדל בין שני החלקיקים הללו, אבל את ההבדל אנו לא רואים עכשיו, אלא יכולים לזהות אותו רק בעתיד. הטבע בעצם אומר לנו שיש הבדל שנגלה אותו רק במשך הזמן.

עד אז, יצא עולם הפיזיקה מתוך הנחה שכל מדידה נוספת שנעשה בעתיד תהיה רלוונטית רק לעתיד ולא תגלה דבר על העבר. אני חשבתי לנסח את הפיזיקה אחרת. אמרתי, בואו נבדוק אם אינפורמציה שנדע אותה רק בעתיד תהיה רלוונטית גם להווה. זה הביא לניסוח שונה של תורת הקוונטים. מבחינת הניבויים נשארתי עם ניבוי זהה לגמרי לתורת הקוונטים המוכרת, אבל הגעתי אליהם בדרך אחרת. בדרך החדשה שניסחתי ניתן היה לגלות פנים חדשות לטבע.

אם ברגע נתון ידועה לנו פונקציית הגל של החלקיק, אנו יכולים בעזרת משוואות קוונטיות לחשב כיצד תשתנה הפונקציה עם הזמן. >>

>> אנו יכולים להסתכל גם לעבר וגם לעתיד. משוואות תורת הקוונטים מאפשרות לנו לנבא במדויק כיצד תתפתח הפונקציה עם הזמן, ואותן משוואות גם מאפשרות לנו לנבא מה היתה אותה פונקציה בעבר.

בפיזיקה הקלאסית, אם אני יודע הכל על התנאים של החלקיק ברגע נתון, אני יכול לנבא בדיוק מה יקרה איתו בעתיד ומה קרה איתו בעבר. כך גם בתורת הקוונטים: אני יכול למשוך מידע מפונקציית הגל העתידית אל זו שבהווה. ניתן לדבר על הווה כמשהו שיש לגביו אינפורמציה משני צדדים, אחת מהעבר - מהמדידה האחרונה שנעשתה – והשני, מידע שחזר מהעתיד ממדידות שנבצע אותן מאוחר יותר.

בפיזיקה הקוונטית, כל מדידה מפריעה למערכת וכתוצאה ממנה משתנה פונקציית הגל לפונקציית גל חדשה בהתאם לתוצאה מדידה. לשינוי זה קוראים **קריסת פונקציית הגל.** עד לשינוי שהצעתי, האמינו שפונקציית הגל שהתקבלה מהקריסה ממשיכה להתפתח רק לכיוון עתידי ואין לה השלכה על מצב החלקיק לפני זמן המדידה.

אני הצעתי שמצב החלקיק בהווה יהיה ניתן לתיאור על־ידי שתי פונקציות גל. אחת שזרמה מהקריסה האחרונה בעבר אל ההווה, והשנייה שזורמת **אחורה בזמן** מהקריסה העתידית. התיאור הזה שונה באופן דרמטי, למרות שהוא נותן בדיוק את אותם ניבויים. הוא חשוב ומשמעותי משום שהוא פותח אפשרויות חדשות, מושגים חדשים, שאלות חדשות וניסיונות חדשים המאפשרים הסתכלות אינטואיטיבית טובה יותר.

ואז, כדי לבדוק את האפשרויות התיאורטיות החדשות שהצעת נתקלת בבעיות המדידה? בעובדה שכל מדידה הורסת את פונקציית הגל?

נכון. איך אני יכול לעשות מדידה בהווה, שתראה לי שיש השפעות משני הגלים? גיליתי שהדרך היחידה לבדוק אם שני הגלים האלה קיימים היא לעשות מדידות מסוג אחר וחדש לגמרי. המדידות הקודמות הרסו גלים. חיפשתי מדידה שלא תהרוס את שני הגלים שאני מחפש. כשיש לך שני גלים שונים, תמיד תזעזע משהו במדידה. גיליתי שיש דרך להסתכל על החלקיק בצורה חלשה. יש גבול של אינפורמציה חלשה שאתה יכול לקבל בלי להרוס או להתערב. כדי שהאינפורמציה הזו תהיה משמעותית, יש לבצע הרבה ניסויים ומדידות חלשות שההצטברות שלהם מביאה לבסוף לתוצאה טובה מבלי להרוס את פונקציית הגל. ההפרעה שמתרחשת בעת המדידה אינה פוגעת וניתן לבצע סוג חדש של מדידות. כל מדידה נותנת קצת מידע ואחרי שחוזרים על הרבה דוגמאות שהתחילו והסתיימו באותה צורה, מקבלים את המידע הדרוש. לפני שהצעתי את המדידה החלשה חשבו שככל שאתה רוצה יותר אינפורמציה - כך גדלה ההפרעה. אני הוכחתי שזה לא נכון.

איך מתבצעת מדידה חלשה שכזו? האם היא תיאורטית או שהצלחתם לבצע אותה בפועל? האם במעבדות בעולם מצליחים לבצע מדידות כאלו?

בוודאי שנעשות מדידות כאלו והן נותנות תוצאות מוצלחות ומעניינות. במיוחד בשנים האחרונות מתבצעות מדידות חלשות במקומות רבים בעולם והמדידות "החלשות" הופכות ליותר ויותר חשובות. המדידה נעשית על סביבת החלקיק. מחפשים השפעות של החלקיק ומודדים אותן ברמת דיוק מוגבלת. בניסיונות הללו גילינו שאפשר למדוד את שני המצבים וקיבלנו מה שאני קורא גדלים פיזיקליים חדשים, שנקראים **ערכים חלשים.** המיוחד בערכים חדשים אלה הוא שיש להם תכונות מפתיעות ביותר. למשל, הם יכולים להגדיל פי כמה גדלים פיזיקליים רגילים וזו הסיבה שמשתמשים במדידות אלו להגברת גדלים מזעריים שעד עתה לא ניתן היה לראותם. בתחילה לא האמינו שתוצאות כאלו אפשריות, אבל בעקבות הניסויים מבינים כיום שזה אפשרי.

אנו בוחרים חלקיקים שהיו באותו מצב קוונטי, עושים עליהם מדידות ומנפים תוצאות לא סבירות שנוצרות בגלל אי־הוודאות שיוצר מכשיר המדידה. אנו מודדים שתי השפעות שאני קורא להן "וקטור" (וקטור = פונקציית גל) יעוד ווקטור היסטוריה. וקטור יעוד הוא הפונקציה העתידית שמשפיעה על הניסוי בהווה.

"יש הווה שאנו צריכים לקבל בו החלטה, יש עבר שקובע את ההווה, ויש עתיד שיושפע מההחלטה שנקבל. אבל בפיזיקה חדשה לא רק העבר יקבע את ההחלטה שנקבל. העתיד חוזר ומשפיע על ההחלטה בהווה. אני מקבל החלטה שתשפיע על העתיד, אבל העתיד חוזר אחורה ומשפיע על ההווה ועל ההחלטה שלי. מתמטית זה קונסיסטנטי"

השפן הממהר מתוך אליס בארץ הפלאות /
תמונה: ויקישיתוף

בעצם אתה אומר לנו שהעתיד, זה שעדיין לא התרחש, משפיע על ההווה?

בהחלט. אני אומר שאני עושה מדידה בהווה, שמושפעת מדבר שיקרה בעתיד. בדרך כלל בעיות של תנועה בזמן יוצרות פרדוקסים שלא הצליחו להתגבר עליהם. כאן לא נוצרים פרדוקסים. הערכים החלשים שנמדדים נותנים פירוש חדש להרבה פרדוקסים ישנים. זה מאפשר לי לגבש מחשבות חדשות על הזמן. שני הווקטורים מעניקים סוג חדש של אינטואיציה, שמאפשרת לנו להבין ביתר קלות את תורת הקוונטים.

ברור לי שהעתיד אכן משפיע על העבר, ובצורה מעניינת. ההשפעה הזו שבאה מהעתיד אינה כופה על העתיד להתרחש והיא אינה סיבה לשינוי העתיד. היא רק מאפשרת לראות דברים נוספים בהווה. הזמן לא זורם. דברים זורמים בזמן. בפיזיקה החדשה, יש מצב מסוים שאנו נותנים לו לנוע קדימה בזמן, ויש מצב אחר שאנו נותנים לו לנוע אחורה בזמן. תיאורטית, שני המצבים אפשריים. כל הטבע מתואר עכשיו בעזרת שני הכיוונים בזמן. לא שהזמן נע בשני הכיוונים, אלא המערכות הפיזיקליות זורמות בשני כיוונים בזמן. בפיזיקה הקלאסית לא היה דבר כזה.

תוצאות הניסויים שאנו עושים הן אינפורמציה טובה על התנהגות החלקיק, אבל לא אינפורמציה ודאית. התיאוריה אינה דטרמיניסטית כמו בפיזיקה הרגילה, אבל היא יותר דטרמיניסטית כי אני מקבל הרבה יותר מידע בגלל שאני פועל עם שני וקטורים ולא עם אחד. >>

"בהכללה שאני עובד עליה עכשיו ניתן לומר, שעד עכשיו חשבנו שהעולם התחיל מנקודה אחת ומשם הוא נע קדימה ומתפתח. בנקודת הראות החדשה שאני מציע, העולם מתואר משני כיוונים - האחד הוא נקודת ההתחלה בעבר, והשני הוא משהו כמו "פונקציית תכלית" בעתיד, החוזרת אחורה בזמן"

<< **גילית שהתנהגות החלקיק בעתיד משפיעה על התנהגות החלקיק בהווה. איזו בעיה פתר לך גילוי זה?**

זו היתה התשובה לשאלה ששאלתי בתחילה: אלוהים משחק בקובייה בדיוק כדי לאפשר את הזרימה של מערכות פיזיקליות בשני הכיוונים בזמן, קדימה לעתיד ואחורה לעבר. הסיבה להתנהגות הלא־דטרמיניסטית של החלקיקים היא הצורך לאפשר להם לנוע בזמן. מצב אי־הוודאות הוא המינימום ההכרחי כדי שהתופעה הזו של הזרימה מהעתיד להווה תהיה עקבית, ולכן יש אי־ודאות קוונטית. אי־הוודאות עושה כאן סדר – מאפשרת דבר חדש שלא היה אפשרי קודם.

בהכללה שאני עובד עליה עכשיו ניתן לומר, שעד עכשיו חשבנו שהעולם התחיל מנקודה אחת ומשם הוא נע קדימה ומתפתח. בנקודת הראות החדשה שאני מציע, העולם מתואר משני כיוונים – האחד הוא נקודת ההתחלה בעבר, והשני הוא משהו כמו "פונקציית תכלית" בעתיד, החוזרת אחורה בזמן.

אתה אומר שיש תכלית, אי־שם בעתיד, שמשפיעה על כיוון ההתפתחות בהווה?

תורת הקוונטים מצביעה על האפשרות להוסיף לטבע משהו שהוא דומה לתכלית, משהו שמשפיע אחורה בזמן. אני חושב שיש מצב של יעוד, משהו שהטבע חותר אליו. יש תופעות בטבע, שלהבנתי אינן ניתנות להסבר רק על סמך העבר, אלא גם על סמך אירועים בעתיד ומצב הייעוד. זו כמובן ספקולציה תיאורטית. אבל אם אכן הטבע נוהג כך, אזי יתכן שיש תופעות בהווה שמוסברות בעזרת השפעות מהעבר ומהעתיד גם יחד. חלק ניכר מעבודתי מוקדש לחיפוש ניסיונות אפשריים לבדוק את התיאוריה הזו.

לי זה עדיין נשמע דבר בדיוני. אנו לא מסוגלים להבין אפילו באינטואיציה איך העתיד משפיע על העבר. אם זה נכון, יש כאן משמעויות והשפעות על שורה ארוכה של שאלות מדעיות ובעיקר פילוסופיות. אתה יכול לנסות לנסח מה המשמעות של כל זה?

כפי שאמרתי, אני מאמין שאנו עומדים בפתחה של פיזיקה מסוג חדש. אני הגעתי לפיזיקה מתוך חיפוש תשובות לשאלות מהותיות ופילוסופיות. הייתי צעיר והשאלות ששאלתי את עצמי היו מסוג מי אנחנו? יש לנו חופש? יש לנו תכלית? לא למדתי פילוסופיה, אבל כנער חיפשתי תשובות בספרי פילוסופיה. הבנתי מהר מאוד שהפילוסופים מומחים בלשאול שאלות, אבל מתקשים לספק את תשובות.

ניסיתי למצוא תשובות במיסטיקה של המזרח והשתכנעתי שגם שם אין תשובה מספקת. נתקלתי בשני ספרים מרתקים, האחד של איינשטיין ואינפלד, **"התפתחות הפיזיקה המודרנית"** והשני של ארתור אדינגטון, **"טבע העולם הגשמי"**. הבנתי שיש דרכים מדעיות לחשוב ולענות על שאלות פילוסופיות. אז החלטתי שפיזיקה תהיה הכלי שלי לטפל בשאלות פילוסופיות וזה הדבר שכיוון את עבודתי ואת הבעיות שהעסיקו אותי כל השנים. תמיד כשערכתי מחקר בפיזיקה, שאלתי קודם איך המחקר משליך על שאלות קיומיות. מה המשמעות של תוצאות המחקר על בני האדם.

ארתור אדינגטון הוא האיש שביצע את הניסוי המפורסם, שאושש את תורת היחסות באמצעות תצפית אסטרונומית. אדינגטון, שהיה אסטרונום חשוב, התפרסם גם בזכות ספרות מדעית פופולרית שכתב בנושאי היקום, הזמן והתפתחות המדע – ספרים שהשפיעו על קוראים רבים בעולם

קיימות לפחות שלוש חוויות אנושיות קיומיות שניתן לקשר אותן למחקר הפיזיקלי. הראשונה היא התחושה האינטואיטיבית שלנו שיש **התקדמות בזמן.** הזמן הוא הדבר הכי מסתורי שאנו מטפלים בו. יש לנו הרגשה של התהוות והתקדמות מהעבר אל העתיד. הפיזיקה אינה יכולה לתאר את תנועת הזמן כי התוצאה תהיה טאוטולוגיה. הזמן הוא אוסף של רגעים קיימים. בכל רגע שונה של זמן יש מצב פיזיקלי אחר. אין שום דבר שמעיד כי מצב זמן אחד מתחלף למצב זמן אחר. יש אוסף של רגעים או "פרוסות" בזמן. כמו רחוב שבכל כמה מטרים ניצב בו בית. כשאתה מביט על אוסף הנקודות האלו או עובר דרכן, אתה רואה יותר אנטרופיה, כלומר המערכות הולכות ומאבדות מהסדר שלהן. אבל במובן מסוים הן כולן קיימות ביחד. אם לרגע היינו כולנו נעים מאתיים שנה אחורנית ללא זיכרונות על מה שאנחנו, לא היינו מרגישים או יודעים דבר. יש לנו תחושה סובייקטיבית של התקדמות בזמן, למרות שהטבע או הפיזיקה אינם נותנים הסבר לתחושה הזו. האם יש חסר בפיזיקה שלנו או שההתקדמות בזמן באמת אינה קיימת ומדובר באשליה? אישית, תמיד הרגשתי שיש משהו אמיתי בהתקדמות בזמן, אבל איני יכול לתאר במונחים פיזיקליים את התופעה.

"מנהרת הזמן" – סדרת הטלויזיה משנות ה־60
של ארווין אלן, רשת ABC

הבעיה השנייה היא התחושה שלנו שיש לנו **רצון חופשי** – יכולת החלטה. אנו מאמינים שליכולת ההחלטה הזו יש משמעות מוסרית עמוקה. גם נושא הרצון החופשי הוא תחושה סובייקטיבית שלנו שאינה מעוגנת במדע או בפיזיקה. אנו לא יודעים להסביר את התופעה המסתורית והשנויה במחלוקת הזו. רבים טוענים שמדובר באשליה. גם בנושא זה אני מאמין שקיים רצון חופשי מהותי, שצריך למצוא דרך ליישב בין קיומו לבין הפיזיקה.

הבעיה השלישית היא שאלת ההכרה, היכולת שלנו לתפוס ולהכיר את המציאות והמודעות העצמית שלנו. המוח שלנו מתבונן על עצמו. בפיזיקה אין עוד תופעה כזו – מערכת שמכירה ומתבוננת על עצמה. זה רעיון מופלא והפיזיקה לא יודעת איך לטפל בנושא הזה. הפיזיקה מפרידה בין הצופה לאובייקט הנצפה. המוח שלנו מנסה להבין מי אנחנו. יש כאן הסתכלות אינסופית של גוף על עצמו. והשאלה החוזרת ונשאלת היא: מה זו הכרה?

אתה מאמין שבאמצעות זווית ההסתכלות החדשה שהצעת תוכל לספק תשובות טובות יותר מבעבר לשלוש הבעיות העתיקות הללו?

בהחלט כן, אם כי זו רק התחלה ואני חושב שמכאן תבוא ההתפתחות בעתיד. אני מסתכל על המהפכות הקודמות שהתרחשו בפיזיקה. כולן התחילו ממשבר מסוים ועוררו שאלות מסוג הבעיות הלא־פתורות שהצגתי כאן. התיאוריה שלי מאפשרת להסתכל על הבעיות הללו מנקודת הראות של תורת הקוונטים: איך אנו רואים את הזמן? איך אנו מתייחסים לרצון חופשי במצב של אי־ודאות ומה ניתן להבין מתורת הקוונטים על ההכרה והתבוננות המוח על העולם. בשלוש הנקודות הללו אנו נזקקים לסוג של פיזיקה חדשה כדי לתת תשובות ואני חושב שאנחנו בדרך אליה.

על־פי מה שאני מציע יש לנו לפתע אפשרות להסתכל על הזמן בצורה חדשה שלא הכרנו. זה מאפשר ניסוח שאלות יסודיות של פיזיקה מחדש. כך גם בנושא חופש הבחירה: רעיון הרצון החופשי מוביל לפרדוקס. אם תורת הקוונטים אומרת שהעתיד אינו ניתן לניבוי ודאי, אז יש חופש פעולה מסוים בין כל האפשרויות. פירוש הדבר שאני יכול לבחור בין אלטרנטיבות. איך אני בוחר? בהסתמך על כל התכונות שלי, הידע שלי, העבר שלי וכל מה שקובע את הזהות שלי עד לנקודת הזמן של הבחירה. אם נדע את כל הנתונים הללו, אז כמו בהטלת המטבע נוכל לדעת מה תהיה ההחלטה, ולמעשה אין כאן כל בחירה חופשית.

איפה יש מקום לחופש מעניין ומהותי? המקום היחיד שאולי נותן לנו כיוון של פיתרון הוא הסתכלות אחרת על הזמן. יש הווה שאנו צריכים לקבל בו החלטה, יש עבר שקובע את ההווה ויש עתיד שיושפע מההחלטה שנקבל. אבל בפיזיקה החדשה לא רק העבר יקבע את ההחלטה שנעשה. העתיד חוזר ומשפיע על ההחלטה בהווה. אני מקבל החלטה שתשפיע על העתיד, אבל העתיד חוזר אחורה ומשפיע על ההווה ועל ההחלטה שלי. מתמטית, זה קונסיסטנטי. זו פיזיקה חדשה ומושגי זמן חדשים שאיני יודע כרגע לאן יובילו, אבל יש כאן בהחלט משהו חדש.

אם מתייחסים כך אל הזמן, ניתן להגדיר אחרת גם את בעיית הרצון החופשי ואנו יכולים לצאת מכמה פרדוקסים שלא נפתרו בפיזיקה הקודמת. זה פותח גם רעיונות מעניינים לשאלת ההכרה והמודעות. זה סוג חדש לגמרי של חשיבה, התייחסות אחרת לזמן, ולמעשה סוג חדש של פיזיקה. ■

ארנה קזין / דימויים: אלי גור אריה

להיפטר מרגשי הנחיתות

תרבות המדע השתלטה על חיינו. מה שאינו ניתן להגדרה בנוסחה מתמטית לא נחשב. בקרב הארוך בין מדע שיטתי לסיפור האנושי מנצחת השיטה הרציונלית־מדעית. ארנה קזין מתארת את הפער בין שתי התרבויות ומציעה לאנשי הרוח להיפטר מרגשי הנחיתות, להתיצב במרכז הבמה ולהתחיל לספר סיפור

■ אקדים ואבהיר: אין תוקף מדעי לטענה שאפרוש ברשימה זו. אין דרך להפריכה, וממילא אין דרך להוכיח אותה. ובכל זאת, אזמין את הקוראים לשקול אותה – כביכול היתה טענתי, לכל הפחות, סיפור טוב. והנה היא בתמצית: בימים אלה אנחנו עדים למתקפה חזיתית של תרבות המדע על תרבות הסיפור. "המדע" מאיים להשתיק את "הסיפור" ולהדיח אותו ממקומו המרכזי בחיי הרוח והחברה. יותר מכך: ככל שתרבות המדע מצליחה לרכוש לבבות – ומוחות רבים יותר בציבור הרחב – כך הולכת ומידלדלת הרוח האנושית ומתקלקלים היחסים בין בני האדם.

במושג "תרבות המדע" כוונתי בעיקר לתוצרי השיח הפופולריים של מדע המוח, הגנטיקה, ההורמונים; לדפוסי השיח שמתפתחים בכלי התקשורת, בציבור, על אודות הדרכים המדעיות, דרכי המחקר האובייקטיביות, להכרת האדם ופועלו. במידה רבה, אטען, הולמת תרבות המדע של ימינו את תרבות השוק וההפרטה. בעיני ציבור ההדיוטות הרחב, מפרקים המדענים את האובייקט האנושי למרכיביו – זהו הגן שצובע את העיניים, זה ההורמון שמייצר את רגש האהבה – מבודדים אותם, מפרידים, מתייגים ומשווקים. חברה שמאמצת כך את תרבות המדע מפנימה עיקרון מכריע: האדם אינו מעניין כישות כוללנית, רבת סתירות וחידתית, שמתקיימת ומתפתחת בתוך קשרים חברתיים, וגם משפיעה עליהם, ולעולם עשויה להפתיע. בתרבות המדע, האדם מעניין רק כישות מפורטת, מושפעת מתוך עצמה ומפוענחת.

מול "תרבות המדע" אני מציעה להעמיד את "תרבות הסיפור": והכוונה היא לא רק למה שמייצרים סופרים ועיתונאים – מחברי הרומנים והנובלות, הידיעות, הכתבות והסיפורים הקצרים – אלא לעולמם של טווי עלילות ובעלי דמיונות באשר הם: אנשי האמנויות, הפילוסופיה, הפסיכולוגיה, הדת, הביקורת החברתית והמוסר; מה שנוהגים באקדמיה לכנס תחת שם האב: "מדעי הרוח".

תרבות "הסיפור" היא העולם שבו הרוח האנושית מבקשת להבין ולתאר, להתבונן ולבאר – בדומה לתרבות המדע – אלא שהיא אינה יכולה להסתפק בכך. בתרבות הסיפור, הרוח האנושית אינה מתבוננת במה שכביכול קיים בעולם כאובייקט לחקירתה. בתרבות הסיפור, הרוח שואפת ליצור, להמציא, לדמיין, לנער ולאתגר. תרבות הסיפור היא תרבות המעמידה במרכז את היכולת האנושית להעניק משמעות. תרבות הסיפור היא תרבות של שיחה ושל דיבור. של יחסי גומלין ושל שחרור. ולא פחות חשוב: בתרבות הסיפור נשמר מקום של כבוד למה שמפתיע ולמה שאינו ידוע.

את המתקפה של תרבות המדע על תרבות הסיפור אנסה להדגים מיד בסיוע דוגמאות (מתוך ספרי עיון שהיו לרבי מכר בשנים האחרונות) לשיחה הרווחת כיום בציבור על אודות האדם, דרכיו ואופקיו. אבל לפני כן אבקש להזכיר שני רגעים אחרים – שאני בוחרת באקראי, באופן לגמרי לא שיטתי – מתוך ההיסטוריה למודת העליות והמורדות של היחסים בין תרבויות המדע והסיפור.

תצפית באקווריום

"אנחנו חיים בעידן של מדע ושל שפע", כתב עזרה פאונד בפתח ספרו היפה "ABC of Reading", שראה אור ב־1934. הספר הוא מעין מדריך לקוראים ולכותבים, ועיקרו ביקורת מושחזת על הספרות של זמנו. בעידן של מדע ושל שפע, קבע פאונד, דרושים כלים קשיחים לבחינת אמנות הסיפור והשירה.

משורר ומבקר אמריקני, ממובילי השירה המודרנית, שמרן ואנטישמי, שחי בין השנים 1885–1972

לדידו של פאונד, הדרך הטובה ביותר להעריך ספרות באיכות גבוהה – להפריד בין המוץ לבין התבן, למצוא את הראוי בתוך ההמון המצוי – היא דרכם של מדענים בני זמנו בתחום הביולוגיה: התבוננות מקרוב, מכלי ראשון, בפרט הנחקר, והשוואה מתמדת בינו לבין פרטים אחרים מסוגו. האופן שבו פאונד נדרש לשיטה המדעית מסמל את הרגעים שבהם תרבות הסיפור סבלה מרגשי נחיתות כלפי תרבות המדע, וביקשה להיעזר בעקרונות מדעיים כדי להעניק לעצמה תוקף (המושג "מדעי הרוח" – מדוע מדעי הרוח? למה לא ענייני הרוח וסיפוריה? – הוא ביטוי מובהק לתפיסה הכנועה הזו).

"אדם שאינו מסוגל להבין את האנקדוטה על 'אגסיז, הסטודנט והדג' אינו בשל למחשבה המודרנית", הוסיף פאונד, ותיאר בקצרה את המשל שנפוץ באקדמיה דוברת האנגלית, על הסטודנט לזואולוגיה שביקש להתקבל להתמחות אצל פרופסור לואיס אגסיז (1807– 1873), האיש שהקים באוניברסיטת הרווארד את המוזיאון לזואולוגיה השוואתית. כמעין מבחן קבלה, ביקש אגסיז מהסטודנט להתבונן בדג השמור בתוך צנצנת ולתאר אותו. הסטודנט התבונן שעה ארוכה והציע תיאור של הדג. הפרופסור לא היה מרוצה. המשך להתבונן, אמר. הסטודנט המשיך לחפש דרכים לתאר את הדג – מאפיינים הנראים לעין, כינויים המדעיים – וכתב מאמר בן ארבעה עמודים. הפרופסור ביקש שימשיך להתבונן. וכך שוב ושוב, עוד ועוד. כעבור שלושה שבועות, כך בגרסה של פאונד, הדג כבר היה במצב של ריקבון מתקדם, אבל הסטודנט לפחות למד עליו דבר או שניים מרוב התבוננות קפדנית. בגרסאות אחרות לסיפור (המובא בדרך כלל מפי הסטודנט, סמואל שודר) נוהגים לצטט את הפרופסור, שקבע את הלקח הבא: "עובדות הן דבר טפשי, עד שמכניסים אותן להקשר של חוק כללי".

"המדענים מפרקים את האובייקט האנושי למרכיביו - זהו הגן שצובע את העיניים, זה ההורמון שמייצר את רגש האהבה - מבודדים אותם, מפרידים, מתייגים ומשווקים. חברה שמאמצת כך את תרבות המדע מפנימה עיקרון מכריע: האדם אינו מעניין כישות כוללנית, רבת סתירות וחידתית, שמתקיימת ומתפתחת בתוך קשרים חברתיים, וגם משפיעה עליהם, ולעולם עשויה להפתיע"

רגע אחר שאבקש להזכיר בקורות היחסים שבין תרבות המדע ותרבות הסיפור הוא הרגע בשנת 1959, שבו נשא צ'רלס פרסי סנואו, הפיזיקאי והסופר, את הרצאתו "שתי התרבויות" – על הנתק שמתקיים, לטענתו, >>

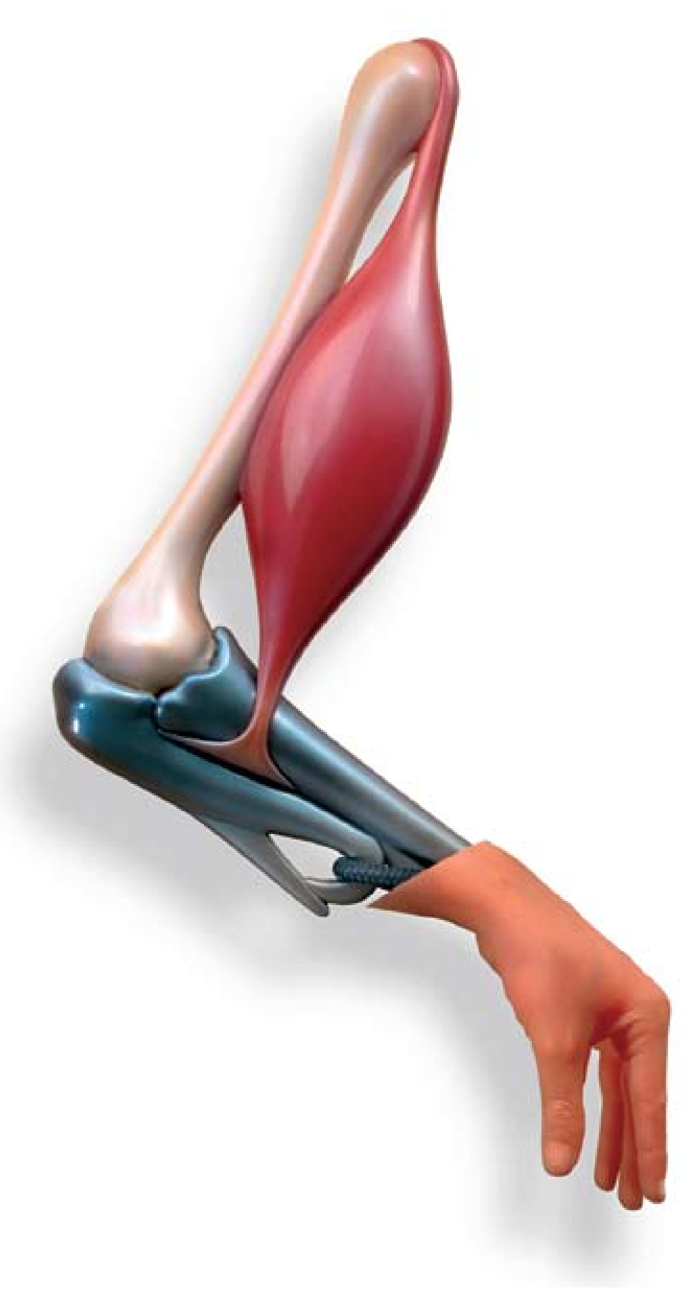
אלי גור אריה, *agriculturaldreams.com*, מיצב, גלריה רוזנפלד, תל־אביב, 1994–2001

>> בין חברת המדענים לבין חברת מדעי הרוח (או "הלימודים ההומאניים"). סנואו טען לפני קהל של מדענים ואנשי רוח באוניברסיטת קיימברידג', שלמעט חריגים, מדענים הם בורים ועמי ארצות בעולם הספרות והשירה, ואנשי הרוח אינם מבינים דבר וחצי דבר במדע. למעשה, הידע של אנשי הרוח במדע שקול לאי ידיעת קרוא וכתוב. "**פעם או פעמיים**", אמר סנואו, "**שאלתי בחברת אנשי רוח כמה מהם מכירים את החוק השני של התרמודינאמיקה... התשובה היתה קרה ושלילית. זאת אף ששאלתי שאלה שהיא המקבילה המדעית ל'האם קראת את יצירותיו של שייקספיר'? אנשי הרוח לא רוצים לדעת כלום על המדע. אנשי המדע תופסים אפילו את צ'רלס דיקנס כקשה מדי לקריאה. שתי החברות אינן מבינות זו את זו, ואינן שואפות כלל לדבר זו בשפתה של זו**".

גם כיום, אפשר לזהות רגשי נחיתות בקרב אנשי תרבות הסיפור כלפי תרבות המדע – כמו אלה שביטא עזרה פאונד. וגם כיום מתקיים נתק מסוים בין שתי החברות – של אנשי הרוח ואנשי המדע – כמו זה שעליו התריע פרסי סנואו. ואולם בסיוע ספרות המדע הפופולרי והעיתונות, הצליחה חברת המדענים להפיץ כמה מעקרונות המדע לציבור הרחב, וכיום גם אנשים שאינם מדענים יודעים לנהל שיחה פחות־או־יותר אינטליגנטית על מדע המוח, על תהליכים שמתקיימים בגוף, על הדי־אן־איי. לא זאת בלבד, אלא שהפצת העקרונות המדעיים באה לא פעם בד־בבד עם ביטול העקרונות של תרבות הסיפור.

להעמיד הכל על עיקרון אחד

הנה, למשל, ברב־המכר "נפש ערומה – מסע מדעי אישי אל נפש האדם" (ידיעות אחרונות – ספרי חמד, 2007) כותבת עדה למפרט: "חקר המוח, האבולוציה והגנטיקה הם שלוש הדרכים שמציע המדע בימינו להבנת האדם". לעומת דרכים אלה של המדע, מעמידה למפרט את הפסיכולוגיה וקובעת כי היא כ"שור מובס... כידון המדע נזרק ביד משכילה, והשור החל להתמוטט אל סופו". למפרט חורצת שהפסיכולוגיה הקלינית מתיימרת להיות מדע הנפש, אבל "היא דומה יותר לבשורתם של נביאי השקר". לדידה, "קמו בראשית המאה ה־20 זיגמונד פרויד וקרל יונג ותלמידיהם וסחפו אחריהם את המאה כולה, באיצטלה של משיחי הנפש. מתוך הכורסה, מדפדוף בספרים שונים ומשונים, מהתבוננות במטופלים, וכן גם מדיווחי שקר על מטופלים, וגם ממניפולציות של כחש ורמייה וגזל של



אלי גור אריה, "יד", טכניקה מעורבת, גלריה רוזנפלד, תל־אביב, 1998

מטופלים, הם בראו בכתובים ובתורה שבעל־פה מבני קלפים מגוחכים, המסבירים לבורים, לעמי ארצות, לתמימים, לסובלים, למיסטיקנים, נפש מהי". למפרט כותבת בספרה המצליח שהפסיכולוגיה היא "הבלוף הגדול" של המאה ה־20 ואין ביכולתה להבין את הנפש ולעזור לה במצוקתה. "**העזרה הנפשית היעילה ביותר היא זו הבאה מן התרופות של מערכת העצבים המרכזית**", היא קובעת. היא מוסיפה שהיא "רדוקציוניסטית גאה" ומעלה בספרה על נס בדיוק את זה: את הנטייה המדעית (כפי שהיא נתפסת בציבור הרחב) לעשות רדוקציה לכל תהליך ולכל מערכת יחסים ומכלול, ולהעניק חשיבות אובייקטיבית כביכול לרדוקציה הזאת.

ברב־מכר אחר, "המוח הנשי" (הוצאת מטר), קובעת לואן בריזנדיין, נוירו־פסיכאטרית, בלי כחל וסרק: "**מצאנו שהשפעות ההורמונים על מוח האישה גדולות עד כדי כך, שאפשר לומר שהן יוצרות את המציאות של האישה. ההורמונים יכולים לעצב את הערכים והמאוויים של אשה ולקבוע בעבורה, מדי יום ביומו, מה חשוב**". לפי בריזנדיין, הסיפור הפסיכואנליטי מופרך, וכמוהו מופרכים הסיפורים של הסוציאליזציה, המאבקים הפוליטיים, השינוי החברתי הפמיניסטי, היחסים בין המינים. כל מה שקורה לאישה – וגם לגבר – בעולמם הוא ביטוי של פעילות הורמונלית במוחם.

רבי־המכר "אינטליגנציה רגשית" ו"אינטליגנציה חברתית – המדע החדש של יחסי האנוש", מאת דניאל גולמן, הם דוגמה נוספת לאופן שבו תרבות המדע מופצת ומוטמעת בחברה. בשניהם עוברים הקוראים קורס מזורז במדע המוח כדי להפנים מושגים וליישם אותם באופן שבו הם מתבוננים ביחסים בין בני האדם. גם בספרים האלה הצגת התזה המדעית באה בד־בבד עם ביטול התזות הפסיכולוגיות, הסוציולוגיות, ואלה של ביקורת התרבות.

הספרים הפופולריים שמניתי לעיל מדגימים את השיח החדש שמוטמע בחברה הכללית. זהו השיח של הרדוקציה, הפירוק

"מול 'תרבות המדע' אני מציעה להעמיד את 'תרבות הסיפור': והכוונה היא לא רק למה שמייצרים סופרים ועיתונאים – מחברי הרומנים והנובלות, הידיעות והכתבות והסיפורים הקצרים – אלא לעולמם של טווי עלילות ובעלי דמיונות באשר הם: אנשי האמנויות, הפילוסופיה, הפסיכולוגיה, הדת, הביקורת החברתית והמוסר; מה שנוהגים באקדמיה לכנס תחת שם־האב: 'מדעי הרוח' "

והתיוג. תרבות המדע שספרים אלה מייצגים, מפיצים ומטמיעים מעריצה את "המחקר" ואת "הגילוי" וסולדת מ"הביקורת", מה"התהליך" ומה"השינוי". אנשים שמפנימים את עקרונות התרבות הזאת מפסיקים להתעניין בתמונה הכללית, ובניסיון לתפוס את מורכבותה ככל האפשר, ומסתפקים בפריזמה הצרה של התיוג, הסיבה והתוצאה. אנשי תרבות המדע חושדים במספרי הסיפורים באשר הם – סופרים, מסאים, מבקרי תרבות, אנשי דת, מיסטיקנים – ומזלזלים בתוצריהם, שאותם אי אפשר לאמוד.

תרבות המדע, שהולכת ומשתרגת אל כל תחומי החברה, מעודדת למשל את האבחון של הממסד הרפואי ואת התרופה של התעשייה ומעדיפה אותם על פני התהליך הנפשי, החיפוש, השיחה, העזרה, הביקורת החברתית. בתרבות המדע "מתגלה", למשל, בבתי הספר תופעה של "הפרעת קשב וריכוז" ומיוצרת בעבור הלוקים בה תרופה בשם "ריטלין". תרבות הסיפור, במקרה הזה, תעדיף להפנות עין ביקורתית כלפי מערכת החינוך. ללמוד מה בכיתה – בעומס, בכלי ההוראה, בשיטות הלימוד – מקשה על התלמידים להתרכז. מה דרוש להם כדי למצות את הפוטנציאל שלהם. עד כמה נלקחה מהתלמידים האפשרות לנוע במרחב, לגלות את נטיותיהם השונות. עד כמה המערכת מבקשת להשתיק את הפרעת הקשב והריכוז, ככל שהיא קיימת, להשליט סדר, שישרור שקט, ועד כמה הדבר מועיל לילדים ועד כמה הוא פוגע בחירותם. יותר מכך: בתרבות הסיפור תישאל השאלה עד כמה האבחון "הפרעת קשב וריכוז" הוא ביטוי אידיאולוגי לסיפור־על אחר, המוצנע מהעין, שלפיו דרושה לאדם יכולת גבוהה של קשב וריכוז לטובת תפקוד יעיל, כישות כלכלית בחברה, ולא דרושים לו החופש למרוד, לצאת, לחפש.

קשה להגזים בהשלכות של המגמה הזאת על נפש האדם והחברה האנושית. מגוון אדיר של שאלות וחיפושי דרך מוצא מכלל שימוש בתרבות המדע. מה האדם צריך? מה הוגן ומה מנוול? איזה מין חיים אנחנו רוצים לחיות, אילו מין יחסים עם בני אדם אחרים ועם הסביבה אנחנו רוצים לקיים? מגוון עצום של חוויות ואפשרויות הכרה מתפוגג. אחרי מאות שנים שבהן שלטו בחברה האנושית סיפורי התנ"ך והברית החדשה, הסיפורים (התיאוריות) של הפסיכולוגיה והמרקסיזם, של הלאומיות והאינדיווידואליזם – הולך ומושתק הקול הסיפורי בחברה האנושית. היכולת לספר סיפור – לחפש עוולות ולתקן אותן, להתענג מהיופי, להעניק משמעות לסבל, לארגן את החברה, להשאיר מרחב להפתעה – הולכת ומאבדת את כבודה ואת מקומה המרכזי בחברה. מה שנשאר הוא תודעה שטוחה ותועלתנית, שקובעת בדמותה את ההוויה.

את הלקח של פרופסור אגסיז – "עובדות הן דבר טפשי, אם אינן מובאות בהקשר של חוק כללי", אציע לנסח מחדש: עובדות הן דבר טפשי (שלא לומר גס לב, אכזרי), אם אינן מובאות בתוך סיפור. עובדות הן לכל היותר כלים ריקים, אם אין מדברים עליהן ושואלים על אודותיהן שאלות ומנסים להעניק להן משמעות, ומתווכחים על המשמעות הזאת ומכירים בחירותו של האדם להשפיע עליה ולעצבה. ■

ocoussin@gmail.com

ארנה קזין היא עיתונאית וסופרת, ועורכת את "כעת", סדרה לספרות עיתונאית, בהוצאת הקיבוץ המאוחד. כותבת ביקורת תרבות בהקשרים של צריכה, מגדר וסביבה

זאב בכלר / צילום: ריצ'רד היקס

"משמעות התיאוריה של קאנט, כפי שהיא מופיעה ב'ביקורת התבונה הטהורה', היא שאין חוקי טבע, אין מרחב, אין זמן, אין חומר, אין תנועה – ללא האדם או בנפרד ממנו. חוקי הטבע, המרחב והזמן, העצמים החומריים, ולכן גם תנועותיהם – כל אלו הם יצירי שכלו של האדם. היווצרותם, הסביר קאנט, היא תוצאה של השלטת מושגי שכלו וחוקי ההכרה של האדם על הנתונים החושיים שהוא קולט"

שקיעתה של הרוח

המסלול שאליו פנתה הפילוסופיה המערבית ב־300 השנה האחרונות מוביל לאיבוד תוקפו של כל שיפוט מוסרי, ולמעשה - להרס התרבות כולה. שפינוזה וקאנט החלו את המהלך, שהסתיים בניצחון התנועה הפוסט־מודרניסטית ובהסכמה שבמדע ובמוסר אין יותר הירדכיות. זאב בכלר מתאר את מסלול ההתרסקות מעמנואל קאנט ועד תומס קון

"מה ידוע לך על העניין הזה?" אמר המלך לאליס.
"שום דבר", אמרה אליס.
"שום דבר בכלל?" התעקש המלך.
"שום דבר בכלל", אמרה אליס.
"זה חשוב מאוד", אמר המלך, פונה אל המושבעים... כשהארנבון הלבן התערב: "הוד מלכותך מתכוון ללא־חשוב, כמובן", אמר בנימה של כבוד...
"התכוונתי שלא־חשוב כמובן", אמר המלך חיש והמשיך למלמל לעצמו, "חשוב־לא חשוב־חשוב־לא חשוב", כמנסה מה משניהם נשמע טוב יותר.
("הרפתקאות אליס בארץ הפלאות", לואיס קרול)

■ משנות ה־70 אנו מתבשרים כל הזמן על מות הפילוסופיה, מות ההיסטוריה, מות האמנות, מות הסובייקט, מות האובייקט, על מות המחבר, מות האלהים, מות התיאוריה ומות האמת. אין ספק, אנו בעיצומה של מגיפה רוחנית ענקית, והיא גדולה וקטלנית מכל מה שניתן להעלות על הדעת.

שורשיה של המגיפה טמונים ברעיון המהפכה המושגית, שהופיע לראשונה בהקדמה שכתב עמנואל קאנט לספרו המרכזי, **"ביקורת התבונה הטהורה"**, ב־1781. היה זה שמונה שנים לפני פרוץ המהפכה הצרפתית וכ־240 שנים אחרי פרסום ספרו של קופרניקוס **"דה רבולציוניבוס"** ("על הסיבובים"). כשהוא נתלה במהפכה הקופרניקנית, קאנט הסביר שהפתרונות שלו ושל קופרניקוס דומים ברעיון המרכזי: **העברת מרכז מערכת הייחוס מהמקום המסורתי שלו למקום חדש.**

אנלוגיה זו, בין הצבת השמש במרכז אצל קופרניקוס לבין הצבת האדם במרכז אצל קאנט, הטעתה קוראים רבים מאז ועד היום. היא >>

ריצ'רד היקס, *Richard Heeks*

>>

כיסתה על הבדל עמוק בין שתי המהפכות, ואגב כך - על העובדה שהיו להן משמעויות **שונות ומנוגדות**. להטעיה זו היו השלכות קשות בהמשך, כאשר התיאוריה הקאנטיאנית לגלגולי השתלטה על המחשבה הפילוסופית המודרנית.

קופרניקוס טען שתי טענות נגד התיאוריה האסטרונומית המקובלת של פתולמאיוס (תלמי). הטענה הראשונה אסתטית - התיאוריה של פתולמאיוס מסורבלת ומכוערת. הטענה השנייה מהותית. הכיעור נובע מכך שהתיאוריה הזו **סובייקטיבית** - כלומר, היא רואה את העולם מנקודת מבטו של האדם ושל כדור הארץ. לכן, הוא המשיך וטען, למרות שהיא "עובדת" כבר 1,500 שנה, תיאוריה זו היא בעצם שקרית. קופרניקוס הציע תיאוריה אסטרונומית **אובייקטיבית**, שבה מתואר העולם ממרכזו האמיתי - השמש, ללא כל קשר לאדם. אובייקטיביזציה זו ניכרת לא רק בכך שהתיאוריה החדשה סימטרית, אלא שהרמוניה זו היא סימן מובהק לאמיתותה.

קופרניקוס הצביע על כך שאם האסטרונומיה החדשה אמיתית, יש בה כדי ליצור קשיים עצומים לפיזיקה המקובלת עד זמנו, ולכן הכרחי יהיה למצוא פיזיקה חדשה שתסביר, כיצד תנועת הארץ אינה מורגשת כלל בחושינו למרות מהירותה העצומה. הפתרון הפיזיקלי נמצא, במקוטע ובהמשכים, במשך 150 השנים הבאות, ובא לידי ביטוי המלא בפיזיקה של ניוטון. כאן, בפיזיקה החדשה שנדרשה כדי לבאר את האסטרונומיה של קופרניקוס, התחילה מהפכה עצומה של מדע חדש.

כדי לפתור את הבעיה שיצר קופרניקוס, הנהיגה הפיזיקה הניוטונית אוסף גדול של היפותזות והניחה את קיומן של ישויות מופלאות. כך, למשל, קבע ניוטון מרחב וזמן מוחלטים - זאת אומרת, שתי ישויות שקיומן אינו תלוי כלל באדם, ושאין הן נתפסות בחושיו או ניתנות לתצפית. בפיזיקה שלו קיימים גם כמה סוגי כוחות, שאת פעולותיהם תיארו חוקי התנועה שלו. כוחות אלו פועלים על החומר וגורמים לשימור התנועה או להאצתה. למרות שכוחות אלו מתקיימים במרחב ופועלים על החומר, הם עצמם אינם חומריים ואינם מופיעים בעולם כתופעה חושית. בנוסף לכוחות אלה הוא הניח סוג אחר של גורמים נסתרים - חוקי הטבע, המאלצים את החומר והכוחות להתנהג על־פי סדר קבוע.

לניוטון עצמו לא היה קושי עם כל הישויות הנסתרות האלו כבסיס האמיתי לפיזיקה שלו, מן הטעם הפשוט שהוא היה אדם מאמין ונוצרי אדוק. כל הישויות המיוחדות של הפיזיקה שלו נפרדות מהאדם ויש להן מקור עליון אחד ברור - אלוהים. אין פיזיקה ניוטונית ללא אלוהים ברקע. למעשה, דתיותו העמוקה והקיצונית של ניוטון היוותה הדגמה מוחשית מרתקת להכרזתו של דקארט, כחמישים שנה קודם לכן, שאדם אינו יכול להיות אפילו מתמטיקאי מבלי להאמין באלוהים.

ניוטון, בעקבות קופרניקוס, ייסד מדע חדש ומהפכני יחסית לכל מה שהיה לפניו. עם המדע החדש הזה לא יכלו אנשי הנאורות של המאות הבאות לחיות בשלום.

"האדם של קאנט הפך לבורא הארץ והשמיים וכל צבאם. הנאורות הפכה את האדם לאל, את האמת ליציר השכל, ואת הנאורות עצמה לשחצנות. העונש החל בהרס מתמשך של התבונה, נמשך בהרס האפשרות למוסריות, ועתיד להסתיים בהכרח בהרס התרבות כולה"

הנאורות ושפינוזה

רעיון הנאורות (אם כי לא תנועת הנאורות) החל לחלחל ולהשפיע כמה שנים לפני שניוטון פרסם את ספר הפיזיקה הגדול שלו, **"העקרונות המתמטיים של פילוסופיית הטבע"** - עם פרסום תורתו של שפינוזה. ספר **"האתיקה"** של שפינוזה פתח את המרד בניוטון ובמהפכה המדעית שייצג. שפינוזה טען ששורש הנחשלות הרוחנית של האדם הוא אמונותיו הטפלות, וכי מה שמאפיין אותן הוא, שהן אמונות בקיום אובייקטים וכוחות הנפרדים מהאדם ונסתרים ממבטו.

בראש רשימת האובייקטים האלו עמד אלוהים המסורתי, זה השולט בעולם בכוחו האינסופי ומכוון אותו לתכלית מסוימת. נפרדות אלוהים ונפרדות התכליתיות הן האמונות הטפלות הראשוניות שמהן, טוען שפינוזה, **"נשתלשלו הדעות הקדומות על טוב ורע, זכות וחובה, שבח וגנאי, סדר ואי־סדר, יופי וכיעור, וכיוצא באלה"**. בטיעונים ובהוכחות מפורטים הראה שפינוזה שעולם הטבע זהה לאלוהים, שאין בו תכליתיות ואין בו סדר, ולכן אין בו חוקי טבע, יופי או כיעור, וכן גם מימושן, או כישלון מימושן, של תכלית.

שפינוזה / ויקישיתוף

זה היה רעיון היסוד של המרד נגד ניוטון ונגד המהפכה המדעית שהוביל. זה היה הרעיון שיצר את תנועת הנאורות של המאה ה־18: כל הדברים הנסתרים (והלא מוחשיים) הם אמונות טפלות, "יצירי הדמיון", כדברי שפינוזה, וכאלו גם כל היצורים הנסתרים בפיזיקה הניוטונית. מהמרחב והזמן המוחלטים ועד אחרון חוקי הטבע - הכל אמונות טפלות בלבד. הנאורות, שהתהדרה

בתבונה כסמכות היחידה המארגנת את מה שנתפס בחושינו, הייתה מרד נגד הדתיות וההיפותזות של המדע הניוטוני, שהמשיך את מהפכת קופרניקוס. עמנואל קאנט היה מייצגה הבולט ביותר של נאורות זו.

לכן האנלוגיה לקופרניקוס, שקאנט השתמש בה, הייתה הטעיה מכוונת ומתוכננת היטב, שהצליחה להוליך שולל את כל התרבות המערבית עד עצם היום הזה. המהפכה הרוחנית הגדולה שאל תוכה נשאבה תרבות המאה ה־20 על כל אופניה - זאת אומרת, מדעי הטבע והחברה, הספרות והאמנות הפלסטית, הפילוסופיה והפוליטיקה, ואשר בתוכה אנו טובעים היום - כל כולה אינה אלא המשכה הרציף של המהפכה שעליה הכריז קאנט. כל עוד לא נבין את האופן שבו מִלכדה אותנו המהפכה הזו דרך האנלוגיה לקופרניקוס, לא נצליח להיחלץ ממנה.

מה שקאנט ביצע בספרו היה אמנם העברת מרכז הייחוס, אך במטרה ובכיוון הפוכים מאלו של קופרניקוס. בעוד שזה הזיז את כדור הארץ והאדם מן המרכז כדי להסתכל מנקודת המבט ה"אובייקטיבית", ולכן ה"אמיתית", של השמש, קאנט החזיר את הכרת האדם אל המרכז ודרש לשאוף להבנת המדע והטבע כ**סובייקטיביות מוחלטת**. התיאוריה המוסרית, שהייתה תמיד תכלית העליונה (וכישלונה הקבוע) של הפילוסופיה, איבדה באותו רגע כל תקווה לעתיד טוב יותר.

האדם מחוקק הטבע

המשמעות המפורשת של הדרישה להבנת המדע והטבע כסובייקטיביות מוחלטת, כפי שהיא מופיעה ב**"ביקורת התבונה הטהורה"**, היא שאין חוקי טבע, אין מרחב, אין זמן, אין חומר, אין תנועה - ללא האדם או בנפרד ממנו. חוקי הטבע, המרחב והזמן, העצמים החומריים, ולכן גם תנועותיהם - כל אלו הם יצירי שכלו של האדם. היווצרותם, הסביר קאנט, היא תוצאה של השלטת מושגי שכלו וחוקי ההכרה של האדם על הנתונים החושיים שהוא קולט:

"השכל הוא מקור הסדר האוניברסלי בטבע בכך שהוא כופף את כל התופעות תחת חוקיו, וכך הוא בונה אפריורי את הניסיון מבחינת צורתו, ורק על־ידי כך כל מה שמוכר כניסיון, כנוע בהכרח לחוקיו".

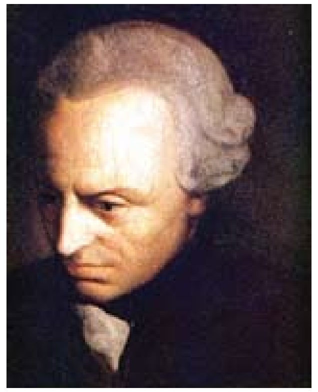
הטבע הפיזיקלי הוא סובייקטיבי לחלוטין, והוא אינו קיים ללא הסובייקט האנושי.

קאנט עצר בנקודה זו, מרחק נגיעה מהטירוף הגמור, ממנו נמנע על־ידי כך שהכריז שמלבד עולם התופעות קיים גם עולם הנפרד מן האדם, ה**"עולם כשהוא לעצמו"** - כלומר, העולם ללא הצורה הסובייקטיבית האנושית. אך "עולם כשלעצמו" זה אינו הטבע, וחוסר הצורה שלו מונע מאיתנו לומר עליו משהו בעל תוכן, או אף לחשוב עליו כלל. זה איננו עולם ממשי עבורנו. הדבר היחיד הממשי עבורנו הוא עולם התופעות - זאת אומרת, העולם ששכלנו ברא אפריורי. קאנט ראה בסובייקטיביות הזו של הממשות את המפתח והפתרון השלם לבעיה מרכזית שהטרידה את הנאורות - בעיית הספקנות.

האמת כקריטריון עצמה והרס המוסר

הספקנות השיטתית תלויה בהנחה שהכרתנו מתאמצת לצלם עולם המתקיים בנפרד ממנו, ולפיכך היא לעולם לא תוכל להיות בטוחה שהצליחה בכך. התשובה הקאנטיאנית לכך היא, שהאמת אינה יכולה או צריכה להיות התאמה בין הכרתנו לבין העולם, אלא אך ורק בין הכרתנו לבין עצמה, או, כפי ששפינוזה ניסח זאת - **האמת היא קריטריון של עצמה**.

רעיון זה קסם לאנשי הנאורות, והוא גם הפך להיות מרכז הבשורה הקאנטיאנית. הביקורת, שבגללה נקרא האידיאליזם החדש של קאנט "אידיאליזם ביקורתי", הייתה על המאמץ הניוטוני של התבונה לצאת אל מחוץ לתופעות ולבקש אמת ואובייקטיביות בממשות הנפרדת מן האדם. כלומר, זוהי ביקורת נגד רעיון האמת כהתאמה בין ניחושי התבונה לבין העולם הנפרד ממנה.


עמנואל קאנט / ויקישיתוף

האמת כקריטריון עצמה - זאת אומרת, כהתאמה לעצמה בלבד ולא לשום עולם נפרד - הפכה לתמציתה של תנועת הנאורות. כאשר כתב קאנט על הנאורות והגדיר אותה כאוטונומיה של התבונה מכל אוטוריטה, הוא התכוון לרעיון שהאמת, תוצר התבונה, היא אוטונומית - קרי, קריטריון עצמה. לאחר שאלוהים של שפינוזה נעלם והתמזג עם העולם, הפך האדם של קאנט לבורא הארץ והשמיים וכל צבאם. הנאורות הפכה את האדם לאל, את האמת ליציר השכל, ואת הנאורות עצמה לשחצנות. העונש החל בהרס מתמשך של התבונה, נמשך בהרס האפשרות למוסריות, ועתיד להסתיים בהכרח בהרס התרבות כולה.

הטעם לכך הוא שעל־פי קאנט, אם חוקי הטבע הם תוצרי השכל אפריורי, חוקי המוסר הם פרי יצירתו של חלק אחר של רוח האדם, שהוא קרא לו "תבונה מעשית אפריורי" (כלומר, טהורה). האוטונומיה של התבונה הזו מתבטאת ביצירת המוסריות על־פי חוקיה וטבעה של התבונה בלבד. כך הפכה עכשיו גם המוסריות לסובייקטיביות טהורה, בדיוק כמו מדעי הטבע, למרות שקאנט ניסה לטעון כל הזמן שסובייקטיביות זו היא "אובייקטיביות".

שפינוזה כבר הסביר כי מתורתו נובע שלערכים, כמו זכויות, למשל, יש ממשות רק אם יש כוח הממשש אותם. התבוניות הובילה אותו לאתיקה ברוטליסטית, לפיה יש רק זכויות אקטואליות - כלומר, זכויות שמתקיימות רק כאשר יש כוח לממשן. נובע מכך שזכויות קיימות רק לאחר שהתממשו כבר. אין כוח - אין זכויות.

גם אצל קאנט אין ממשות לערכים. הטוב היחיד שיכול להיות ללא <<

>>

גבול, הוא הכריז, הוא הרצון המונהג על־ידי עקרונותיה אפריורי של התבונה המעשית. כפי שראינו, העיקרון היחיד של התבונה המעשית הוא להיות עקבית עם עצמה. כך מתברר שלא רק האמת המדעית היא אוטונומיה וקריטריון עצמה, אלא כך היא גם האמת המעשית - האמת שבמוסריות.

קאנט סיים כאן במקום ששפינוזה התחיל. הוא נאלץ לקבל, למרות שהתכחש לכך, את המסקנה, כי בעולם שבנה השכל ובו שולטת סיבתיות חמורה, חופש רצון הוא דעה קדומה בלבד. הרצון החופשי אינו יכול להיות ממשות בעולם כזה, **ובלא רצון חופשי אין ולא יכולה להיות אתיקה**. כדי שתהיה בעולם כזה אתיקה התבונה חייבת לסתור את עצמה, ולכן להיות שקרית.

התבונה וצידוק כל האמונות הטפלות

כדי לעקוף סתירה עצמית זו החליט קאנט להכריז, שהשכל והתבונה הם שני כשרים שונים בטבעם ובתכליתם. התבונה, בניגוד לשכל, אינה יוצרת "מושגים", ולכן גם אינה בונה את התופעות, אלא יוצרת לעצמה מה שקאנט כינה "אידיאות". בעזרת אידיאות אלו התבונה בונה לעצמה עולם שונה לחלוטין מהטבע, "העולם העל־טבעי". זהו עולם דמיוני, פיקטיבי, שאין לו ולא יכולה להיות לו ממשות, על־פי הקריטריון החמור של קאנט עצמו (האקטואליות לחושינו). עולם זה מאוכלס אך ורק על־ידי עצמים פיקטיביים כמו רצון טוב, רצון חופשי, חובה, וחוקי אתיקה השולטים בכל אלו שלטון מוחלט, בדיוק כמו שחוקי הטבע שולטים בעולם הפיזיקלי.

מרגע שהסכר נפרץ, השיטפון היה מוחלט. כי מכאן ניגש קאנט להצדיק את כל הדעות הקדומות, החשובות כל־כך לאדם בחיי הרוח האקטואליים שלו. צידוקן של הדעות הקדומות הפך אצל קאנט לשווה ערך לצידוקו של המדע, ואפילו לבעל ערך גבוה יותר, והוא הכריז שהמטרה העיקרית של סוללת ה**"ביקורות"** שכתב היא לא כל־כך ביסוס המדע, אלא בעצם צידוק הדעות הקדומות, שאותן כינס תחת השם "אמונה". **"נאלצתי להגביל את הידיעה כדי לפנות מקום לאמונה"**, כתב. הגבלת הידיעה הזו פירושה היה הגבלת תקפותו של המדע לתופעות בלבד - כלומר, לביטולה של הפיזיקה הניוטונית, כי המדע אינו מסוגל לבנות באמצעות מושגי השכל אלא את מה שמופיע ונקלט בחושים.

בתמורה להגבלה זו של הידיעה המדעית לתופעות - זאת אומרת, בתמורה לסובייקטיבציה הזו של המדע - נסללה עכשיו הדרך לצידוק מבחר אמונות עממיות כמו הרצון החופשי, חוקי המוסר והרעיון שהתבונה שולטת בהם. קאנט הבהיר לקוראיו שכל אלה אינם אלא פיקציות שיוצרת התבונה האנושית, כדי לאכלס את הטריטוריה העל־טבעית האסורה על השכל והמדע. לטריטוריה פיקטיבית זו הוא קרא "ממלכת התכליות" (משום שהתבונות הן ממציאות התכליות בעולם). האידיאה הזו של העולם העל־טבעי, טען קאנט, תמנע את הסתירה שבין ביסוס עולם הטבע על עקרון הסיבתיות לבין ביסוס עולם המוסר על חירות הרצון, והטיעון היה מדהים בתעוזתו.

קאנט ביאר, בסגנון פטרוני שהדמוקרט הניאו־ליברל אמון עליו, ש"האיש הפשוט" מסוגל להאמין בממשותו של המוסר ולמלא את חובתו המוסרית, רק בתנאי שהוא יודע שיש גמול למאמציו. מכיוון שהוא גם יודע שגמול זה אינו מופיע בדרך־כלל במשך חייו, הוא זקוק לאמונה בחיי נצח בעולם הבא. לכן הוא זקוק גם לאמונה בממשות הנפש ובנצחיותה, ובאותה מידה - לאמונה שיש בָּלַבַּיִת - מישהו שישלם לו את מה שמגיע לו. בקיצור, האדם הפשוט נזקק לכל חבילת האמונה באלוהים, והפילוסופיה באה לספק לו את צרכיו אלו. איך? ובכן, בכך שהיא תסביר לנו (ולא לו) שכל מה שממשי - לא רק אלוהים, אלא כל העולם והמוסריות - הוא ממשי בדיוק משום שהוא פיקטיבי.

זהו מהלך מסחרר, המבסס את המוסריות על הפיקטיביות שלה, הפוך על הפוך, וסחרור זה הוא המהפך הקופרניקני של קאנט בתחום המוסר. העידן החדש שהוא השיק כאן יהיה עידן הפיקטיביזציה של העולם, למענו של האיש הפשוט ובשם התבונה. היה זה טיעון קנונייתי מובהק, הפונה אלינו, מביני הסוד בלבד, חברי הקנוניה, ומדריך אותנו בקריצה איך לקמבֵּן אידיאולוגיה עבור האיש הפשוט, כך שהוא יוכל להיות מוסרי בהדרכתנו.

וכך, לאחר שקאנט הוכיח ב**"ביקורת"** הראשונה לקורא הנאור, שאין דרך להוכיח או להפריך בעזרת השכל את נצחיות הנפש או את קיומו של האל, הוא גייס את התבונה והאידיאות שלה כדי להחזיר את שניהם לעולמנו בספר האתיקה השיטתי שלו.

כאילו מוסר, כאילו עולם

אך אלוהים לא חזר לַעולם באמת, אלא רק "כאילו". את המושג החדש הזה (בגרמנית, als ob) טבע קאנט כדי להדגיש לנו, יודעי הסוד, את מעמדן של האידיאות. כי "עולם התכליות" שקאנט בנה למשכן המוסר היה עולם של "כאילו", ואוכלוסייתו - התבונות, התכליות, חוקי המוסר - הייתה ישויות "כאילו" בלבד.

יתר על כן, התברר לקוראיו שגם מושגי השכל אינם יותר מאשר "כאילו", כי אין בממשות הכרח סיבתי ואין בה כלל עצמים. קאנט הדגיש זאת כאשר הסביר שלרוב חוקי השכל הטהור, שהם חוקי הטבע העליונים, יש מעמד "רגולטיבי" בלבד, שהוא גם המעמד של המוסריות ושל כל האידיאות הפיקטיביות של התבונה. ה"רגולטיביות" היא שם אחר לפיקטיביות, ל"כאילו".

כך התברר שהבשורה הקאנטיאנית, "המהפכה הקופרניקנית" הגדולה שלו, "הפתרון השלם" לבעיית הספקנות במדע ובמוסר, התאפשרה רק במחיר הפיכת התרבות המערבית כולה לפיקציה אחת גדולה - כלומר, **במחיר הפיכת כל מדע אפשרי וכל מוסריות אפשרית לדבר פיקטיבי, ל"כאילו".**

עכשיו נותר פנאי להתמקד ולטפל במושג היחיד שקאנט הותיר על כנו מהממשות האובייקטיבית הנפרדת מהאדם, והוא "העולם כשלעצמו", העולם שמעבר לתופעות. ממשיכיו של קאנט מיהרו לתקן את הרשלנות הפילוסופית הזו והדגישו, שגם מושג זה אינו אלא אידיאה של התבונה, שהוא מושג פיקטיבי שתפקידו "רגולטיבי" בלבד, והסבירו שאין למושג זה שום משמעות ותפקיד במהפכה הרוחנית הגדולה.

הניאו־קאנטיאניות של המאה ה־20

כשמהלך זה הושלם, הפך האדם למקור העולם כולו, ללא שום שארית, והסובייקטיבציה של התרבות כולה הושלמה על־ידי רנסנס פילוסופי - התנועה הניאו־קאנטיאנית בגרמניה בשליש האחרון של המאה ה־19. זו הכניסה לשימוש מואץ את מושג ה"מתודה", שהחליף את מושג ה"רגולטיביות" של קאנט, וסיסמתה הייתה שכל התרבות - זאת אומרת, המדע ובעיקר המוסר - היא בעלת משמעות "מתודית" בלבד, משום שאין היא מורה על שום דבר ממשי בעולם. לכן, המדע אינו חוקר איזה עולם אובייקטיבי ומגיע לתגליות ביחס אליו, אלא מהווה אך ורק מתודה של התקדמות מבנייה אחת של העולם אל בנייה אחרת שלו, ללא שום יומרה להתקדמות אל עבר אמת או מציאות כלשהי.

מייסדה ומנהיגה של הניאו־קאנטיאניות היה היהודי הדתי הרמן כוהן, אשר מת עם סיום מלחמת העולם הראשונה והולדת הרפובליקה הווימארית. רוחו של גתה החלה בדיוק אז את גלגוליה אל עבר ההפקרות המוסרית הכפויה על כל חברה, שמושג האובייקטיביות שלה נשחק והוחלף בבניית עולמות בדויים. הנוכלות היומיומית - הפוליטית, האמנותית והפילוסופית - הייתה לתורת חיים שלטת ברפובליקה של ויימאר, ויחד עימה פותחו הנוסחים הקיצוניים שלה, אשר שולטים במסורת המערבית עד היום.

למרות שלדור בוגרי המלחמה נדמה היה שהם מורדים בניאו־קאנטיאניות, מה שבאמת היה מהותי ומשותף להם היה מרד ברעיון, שיש לדברים בעולמנו מהות בנוסף לקיום. היה זה מרד של "השכל הפשוט" נגד האינטלקטואליזם, מרד שאותו ביטא פרנץ רוזנצווייג, ידידו ותלמידו המסור של הרמן כוהן, כך:

"כל פילוסופיה הייתה שואלת מאז ומעולם על ה'מהות'. בשל שאלה זו נבדלת היא מן המחשבה של השכל הפשוט. האחרון אינו שואל מהו דבר פלוני ל'אמיתו'. דיו לדעת שכיסא הוא כיסא. אין הוא שואל אם הכיסא לאמיתו הוא משהו שונה בתכלית. אבל זה מה ששואלת הפילוסופיה כשהיא שואלת על המהות. חלילה לו לעולם להיות עולם, לאלוהים להיות אלוהים, לאדם להיות אדם, אלא ל'אמיתם' הם חייבים להיות משהו אחר לגמרי. שאילו היו הם באמת רק מה שהם, הלא יצא בסופו של דבר שהפילוסופיה היא, חס ושלום, מיותרת כל־עיקר".

> "כך התברר שהבשורה הקאנטיאנית, 'המהפכה הקופרניקנית' הגדולה שלו, 'הפתרון השלם' לבעיית הספקנות במדע ובמוסר, התאפשרה רק במחיר הפיכת התרבות המערבית כולה לפיקציה אחת גדולה - כלומר, במחיר הפיכת כל מדע אפשרי וכל מוסריות אפשריות לדבר פיקטיבי, ל'כאילו'"

הסובייקטיביזם החריף הפך לרומנטיקה של פַּשְׁטוּת, החשיבה של האיש הפשוט ועניינו בחיים הפכו לשיטה. האנטי־אינטלקטואליזם הפך לכוח המניע של כל פילוסופיה חדשה, מבלי להרגיש שבכך הוא ממשיכה הטבעי של הניאו־קאנטיאניות.

השאלה "מה קיים באמת בעולם?" הוחלפה בשאלה המרכזית של קאנט: "מהם התנאים הלוגיים ההכרחיים לאפשרותם של מדע ושל מוסר?" חקירת התנאים הלוגיים - כלומר, ניתוח ההנחות הבסיסיות ביותר של המדע - לא הייתה אלא הניסוח החדש של תזת הרגולטיביות של כל חוקי הטבע - כלומר, של תזת הפיקציה ההכרחית של כל מדע ומוסר. ההיגיון הזה של הפילוסופיה של המדע הפך להיגיון של התרבות כולה, כפי שהדבר מתבטא במפעלו העצום והמשפיע של ארנסט קסירר, תלמידו המזהיר של הרמן כוהן.

כל מושגינו, טען קסירר - במדע, באמנות ובדת - אינם אלא מערכות של צורות לוגיות. אלה אינן מתארות שום דבר בעולם (לריקות תיאורית זו קרא קסירר "סימבוליות"), אלא מהוות אך ורק מכשירים לוגיים להבניית עולמנו הכאוטי מכל מיני כיוונים, אשר כולם שווי ערך. המסקנה: אין, לפיכך, ערך מיוחד לצורות הסימבוליות של המתמטיקה והמדע, או הבדל ביניהן לבין הצורות הסימבוליות של הדת, האמנות והמיתוס.

הדיון המפורט ביותר שקסירר הקדיש לאתיקה מופיע בפרק האחרון בספרו האחרון על המדע, **"דטרמיניזם ואִינדטרמיניזם בפיזיקה המודרנית"** (1936). קסירר מסביר כאן שהאתיקה היא רק "מערכת סימבולית" "מטיפוס" מיוחד, ואין היא אלא פריסה של "אספקטים" ו"פרספקטיבות". האתיקה, לשיטתו, אינה מתיימרת כלל לתאר את הממשות, אלא רק לשמש "נקודת־מבט" אפשרית. בתוך "ריבוי הפרספקטיבות" הפתוחות בפנינו, היא מהווה בחירה באחת מהן.

יתר על כן, קסירר הבהיר שרק "מהפכה קופרניקנית" זו מסוגלת לישב את חוקיות הטבע עם חוקיות המוסר, משום שהיא גורסת שחוקיות המוסר וחוקיות הטבע אינן עוסקות ב"חוקים" הקיימים בעולם כישויות ממשיות, אלא רק באופני ראייה, "אספקטים".

קסירר פתר כך גם את ההתנגשויות בין המדע והדת, ובין שני אלה והאמנות. כל אחד מהנ"ל הוא רק פריסה של אספקט או פרספקטיבה או "מערכת סימבולית" או "טיפוס של סימבולים", ומכיוון שאף אחד מהם

>>

>> אינו מתיימר להיות יותר מסימבול, אין שום משמעות לאמיתותו הייחודית ביחס ליתר. הסיבתיות בטבע, החירות במוסר, הנס בדת, היפה באמנות - כל אלה הם אך ורק אופני תיאור, אופני דיבור, וכך הם מתיישבים בנחת זה עם זה:

"הקטגוריות השונות אינן מתנגשות זו בזו, כי הן שייכות לממדים שונים לחלוטין של שיקול, ולכן גם שום דבר אינו יכול להפגישן בנקודה: הן אינן יכולות להפוך לזהות, והן גם אינן מפריעות או הורסות זו את זו".

התוצאה המתבקשת / ויקישיתוף

דברים אלה נכתבו שלוש שנים לאחר שהתמוטטה הרפובליקה הוויימארית והיטלר נבחר להיות ראש הממשלה, ולמרות שקסירר נמלט בעור שיניו מגרמניה בעת שכתב אותם, הקאנטיאניות הייתה חזקה מהכל, והוא לא היה מסוגל כבר להתנער מגלגול אחרון זה של רעיון הפיקציה הקאנטיאני.

הסתירה העצמית שייסרה את קסירר כהיסטוריון של המחשבה המערבית המודרנית, הייתה נחלתם של כל מי שנאלצו להחיל את תורת הפיקטיביות של קאנט על התיאוריה ההיסטורית.

הפילוסוף והארכיאולוג האנגלי רובין קולינגווד (Robin G. Collingwood) כתב ב־1930, ש**"העבר ועובדותיו אינם קיימים, ואין משהו שהוא כל 'עובדות העבר'"**. מכיוון ששני היסודות המהווים את ההיסטוריה הם הנתונים ועקרונות הפירוש שלהם, נובע גם ש**"הם אינם קיימים בנפרדותם ואז עוברים התחברות. הם קיימים רק בחיבורם, או כלל לא. ההיסטוריון אינו יכול ראשית לאסוף נתונים, ואז לפרשם"**. ולכן, ללא ההיסטוריון אין עבר ואין עובדות העבר.

קולינגווד הגיע לעמדה זו לאחר שעבר, כפי שתיאר, מהפך קופרניקני מן הספק המאיים על כל סיפור שההיסטוריון מספר. ההיסטוריון אינו יכול לספר כלום על העובדות "שם בחוץ", ללא הקטגוריות והפיקציות שלו - מושגים כמו "תקופות", "עמים", "תהליכים", "השפעות", "סיבות", "תוצאות" וכדומה. לכן, כל תיאוריו מוטלים בספק נצחי. קולינגווד פתר זאת, כפי שקאנט פתר את בעיית המדע, בהסבירו:

"פתרון בעיה זו הוא שההיסטוריון אינו בוחר [את העובדות והחלוקות], מכיוון שעובדות העבר אינן נמצאות 'שם'".

מבלי שהעריך שהוא עוסק בחיסולה של ההיסטוריה, טען קולינגווד כי לא רק שאין עבר ואין עובדות עבר, אלא שאפילו ההווה אינו אלא עובדות שנקבעו על־ידי פירוש שנותן ההיסטוריון. העבר נקבע על־ידי ההווה, ושניהם נקבעים על־ידי ההיסטוריון, שאין עבר או הווה בנפרד ממנו.

קסירר וקולינגווד הסבירו לנו שההיסטוריה היא פיקציה, אך להגנתם ניתן להיאמר, שהם כתבו לפני שהיטלר החל להסביר לעולם משהו על נפרדות העובדות. לא עברו 15 שנה מנפילתו של היטלר, והשיעור שלו נשכח.

ב־1962 פרסם תומס קון את ספרו **"המבנה של המהפכות המדעיות"**, ניסיון לתיאוריה היסטורית של התפתחות המדע. הספר הפך לרב־מכר עולמי, קריאת חובה בלימודי החברה והרוח, וזכה לתמיכתם הנלהבת של אנשי מדעי הטבע. את הצלחתו אפשר ליחס להיותו סינתזה נעימה של המסורת הקאנטיאנית עם רוח המרד והאנטי־תרבות, שהחלה לשלוט בחוגים האינטלקטואליים של ארה"ב ושל צרפת בשנות ה־60.

הרעיון הקאנטיאני, שהמדע הוא בנייה אפריורי של חומר חושי, מקבל הדגשה אצל קון ברוח הניאו־קאנטיאניזם והפוזיטיביזם הלוגי, אשר טוען שאין כלל חומר חושי ניטרלי. המדען ניגש אל החומר האמפירי שלו רק לאחר שעיצב ובנה אותו בהתאם לדגם מוכן מראש אצלו - האפריורי שקון כינה "פרדיגמה".

הסובייקטיביות הקאנטיאנית מופיעה אצל קון בלבוש סוציולוגי - כלומר, האדם בונה את העולם על־פי עקרונותיו אפריורי דרך כוחות הממסד האקדמי. למעשה, הבסיס של סובייקטיביות זו הוא התזה, שאין אמת אובייקטיבית ושלָעולם אין מבנה משלו. קון תיאר את פעולת הפרדיגמה על־פי הדגם של פסיכולוגיית הגשטאלט: כשם שאנו בונים את התמונה שאנו רואים על־פי הגשטאלט המועדף עלינו - נערה צעירה או מכשפה זקנה, ואין כלל משמעות לשאלה מה מצויר שם באמת, כך המדען בונה את העולם.

אך אם אין אמת, פירוש הדבר הוא שאין משמעות לרעיון שתיאוריות מדעיות יכולות גם להיות שקריות. זהו הניהיליזם והאנרכיזם המושגי, שסיסמתו המודרנית הייתה "הכל הולך". מדע או וודו, אסטרונומיה או אסטרולוגיה - מה זה חשוב? כולם יצירי רוחו של האדם. אין, לכן, להיסטוריה של המדע משמעות של התקדמות אל עבר אמת ואובייקטיביות כלשהן, אלא רק התקדמות אל טכנולוגיות מצליחות יותר. פירוש הדבר שההצלחה הפרקטית והמסחרית היא קנה המידה היחיד לקדמה המדעית.

אם כך, רעיון הקִדמה הוא, כמובן, פיקציה. ספרו של קון סימן את געגועיה של תרבות המדע אל תזת הפיקטיביות הישנה והיווה את השתלטותה המחודשת של הקאנטיאניות על האקדמיה, על המדע, ולבסוף על התרבות כולה. בתזזית כאילו־אינטלקטואלית שמטרתה המובהקת הייתה למחוק את ביזיון העבר, הידרדרה תרבות המערב כולה אל הפרדיגמה הישנה של הפיקטיביות הטוטלית. למרות שסיפורה של השתלטות עוינת זו והמגיפה שהתפשטה בעטייה ידועים כיום לכולם, הכרחי לחזור ולהכריז עליה, להוקיע אותה כמצורעת ולנדות אותה מתוכנו למען שפיות חדשה. ■

zev.bechler@gmail.com

029

דודי גולדמן

התשוקה להוביט

תגלית של מאובן אנושי יוצא־דופן פתחה ויכוח מר בין קבוצות של חוקרי מאובנים. האם התגלתה הסתעפות של משפחת האדם שלא היתה מוכרת לחוקרי האבולוציה?

>>

איור של אלן לי מתוך "ההוביט" הגרסה המאוירת

>> בסתיו 2003 מצאה קבוצה של חוקרים מאוסטרליה מאובנים יוצאי־דופן ושונים מכל מה שהכרנו עד אז. במערת גיר גדולה, ששמה ליאנג' בואה (Liang Bua), באי הקטן פלורס, הנמצא מזרחית לאינדונזיה גילו החוקרים מאובנים של יצורים, שמצד אחד דומים מאוד במבנה השלד לבני אדם, אבל מצד שני גובהם נע בין 90 סנטימטרים למטר (כגובה ילד בן שלוש), ומוחם היה קטן פי שלושה ממוחו של אדם (בערך כגודל מוח של שימפנזה). ברור היה שמדובר בהומינידים (יצורים ממשפחת האדם) וההומינידים הללו קיבלו מיד את הכינוי "הוביטים", על שמם של האנשים הקטנים בספריו של ג'. ר. טולקין. השם המדעי שניתן להם מבוסס על מקום הימצאם (האי פלורס), והוא "הומו־פלורסנסוס".

פלאונתולוגיה הוא תחום מדע העוסק בחקר מאובנים. מאז פירסם צ'ארלס דרווין את תורת האבולוציה שלו, פועלים הפלאונתולוגים בתוך מסגרת תיאורטית מבוססת ורצינית המאפשרת מיון וסיווג מאובנים על־פי סדר היסטורי ואבולוציוני. כל מאובן שמתגלה יכול להוות אישוש לתורת דרווין, או לחילופין להעמידה למבחן. שיטות מתקדמות של תיארוך, בדיקות דנ"א ואמצעים נוספים מאפשרים לפלאונתולוגים לבחון במידה גדולה של דיוק את הממצאים הנחשפים בשטח ולמקמם במהלך האבולוציה. האפשרות התיאורטית שיימצא מאובן שיתוארך לתקופה שבה לא יכול היה להתקיים על־פי הסדר האבולוציוני, עלולה לערער את יסודות התיאוריה המקובלת. עד היום לא התגלה מאובן חריג והפלאונתולוגיה מספקת חיזוקים מתמידים לתיאוריה הדרוויניסטית.

אבל כמו ארכיאולוגיה, גם פלאונתולוגיה מייצרת סוג של פרשנות מדעית לממצאים המתגלים בשטח. פרשנות שכזו מושפעת מאמונות, ערכים, שיקולים תרבותיים וכמובן מהמסגרת התיאורטית שבה פועל המדען. ככל שהתגלית בתחום חשובה, חריגה ומפתיעה – כך מתרחב היקף הדיון המדעי ואסכולות מחקר שונות מציעות פתרונות והסברים המתמודדים ביניהם עד להכרעה מדעית משכנעת שמתיישבת עם התיאוריה הכוללת.

שש שנים אחרי תגלית ה"הוביטים" מתברר שהממצא החשוב הצליח להסעיר את עולם הפלאונתולוגיה. הוויכוח התיאורטי על משמעות הממצאים והקשרם ההיסטורי מחריף וחוקרי התחום מתלבטים בין כמה הסברים אפשריים, ולכן חשים מבוכה וחוסר ביטחון במסקנות מחקריהם. כתב־העת המדעי Nature ייחד לוויכוח מקום רב ובגיליונו מחודש מאי האחרון מפורטים הממצאים האחרונים והתמיהות שהם מעלים לגבי ההוביט.

על מה המהומה? מייד לאחר גילוי המאובנים העריכו החוקרים כי מדובר בשלד של ילד צעיר. השערה זו היתה מוטעית ולאחר בדיקות נוספות ויסודיות יותר התברר כי מדובר בהומיניד – נקבה כבת שלושים. עצמות הרגליים העידו בוודאות כי מדובר במין שהלך על שניים. מאז התגלו עוד חלקי שלדים של אותו מין וכיום נחקרים ונבדקים שישה פריטים שונים השייכים לאותה משפחה.

במאמרה של עדנה אולמן־מרגלית בגיליון זה, היא מתארת מחלוקת מדעית דומה על מקורן ומשמעותן של המגילות הגנוזות במדבר יהודה. מחקר המגילות, כמו הוויכוח על מוצא ההוביטים, הם דוגמאות מצוינות לתהליך שבו מתקבלות הכרעות מדעיות בדיסציפלינות כמו היסטוריה, ארכיאולוגיה ופלאונתולוגיה

בדיקות תיארוך מדוקדקות של השלד הראו כי האישה היא בת 18 אלף שנה ועצמות אחרות של אותו מין תוארכו כבני 13 אלף שנה. על־פי עץ ההתפתחות המקובל והמוסכם אצל חוקרי מוצא האדם, הניחו החוקרים כי מדובר בתת־סוג של הומו־ארקטוס, האדם הזקוף, הנחשב לאחד מאבות־אבותינו, שיצאו מאפריקה לעולם, וידוע כי הגיעו לאי פלורס לפני 800 אלף שנה. אבל הנתונים הפיזיים לא השתלבו בתיאוריה. גובה ההוביט היה שונה מגובהו של ההומו־ארקטוס וכך גם מבנה השלד ובמיוחד אורך כפות הידיים ואורך כפות הרגליים. מתברר כי להוביטים היו כפות רגליים וידיים ארוכות יותר מאשר לשאר ההומינידים המוכרים, ונראה שהם חיו חלק מזמנם על

השוואה בין גולגולת שנמצאה באי פלורס (משמאל) לגולגולת אדם (מימין) / ויקישיתוף

"אם מתייחסים ברצינות לנתוני המוח של ההוביטים, ברור כי מדובר במין חדש של הומיניד שלא היה מוכר, לא היה מתועד וככל הנראה נעלם מעינינו. אם אכן מדובר במין שלא הכרנו ושעל־פי הממצאים חי במקביל להורינו הביולוגיים, יש צורך לשרטט מחדש חלק מענפי עץ האבולוציה המוכרים לנו"

עצים ולכן פיתחו כפות רגליים וידיים ארוכות וגמישות.

בנוסף התגלו ליד השלדים גם כלי אבן, עצמות של בעלי חיים ושרידי פיח, כלומר להוביטים היתה – למרות נפח מוחם הקטן – יכולת לצוד, להבעיר אש, לבנות כלים משוכללים והמופלא מכל – היתה להם יכולת לבנות ספינות ולהגיע אל האי. בפני החוקרים ניצב שילוב לא מוכר ומפתיע של נתונים שהקשו לשלב את ההוביט בעץ ההתפתחות האבולוציוני המוכר לנו. שתי אסכולות מחקר בפלאונתולוגיה הציעו פתרונות לאי־ההתאמות והוויכוח ביניהן הולך ומחריף.

האסכולה הראשונה טענה כי היצור הוא תת־סוג של הומו־ארקטוס, האדם הזקוף, אלא שבניגוד לבני מינו חלה עצירה ונסיגה בהתפתחותו. אחרי מחקרים ארוכים נמצאה גם הסיבה לנסיגה: "ההוביטים" חיו באי בבידוד אקולוגי והם עברו תהליך של התגמדות הנקרא בשפתם "התכווצות איים" (insular dwarfing). תופעה זו מוכרת בעיקר אצל יונקים, החיים באזורים מבודדים והופכים עם הדורות לקטנים יותר, בגלל מחסור בגיוון גנטי. מחסור ממשי ביוד היה גורם מרכזי בעצירת ההתפתחות. על־פי אסכולה זאת, ההוביטים אינם תופעה לא מוכרת בעץ ההתפתחות האנושי, אלא ענף מוכר של הומינידים שחלה אצלו נסיגה מוסברת ומובנת בהתפתחות.

קבוצת מדענים מכובדת אחרת לא קיבלה הסבר זה. הם טענו כי התגמדות יכולה להסביר את קומתם הנמוכה של ההוביטים מפלורס, אך לא את גודל מוחם הקטן מזה של אבותיהם המשוערים. עד היום לא ידוע על אפשרות התכווצות המוח בשל בידוד סביבתי. אם מתייחסים ברצינות לנתוני המוח של ההוביטים, טוענים מדענים אלה, ברור כי מדובר במין חדש של הומיניד שלא היה מוכר, לא היה מתועד וככל הנראה נעלם מעינינו. אם אכן מדובר במין שלא הכרנו ושעל־פי הממצאים חי במקביל להורינו הביולוגיים, יש צורך לשרטט מחדש חלק מענפי עץ האבולוציה המוכרים לנו.

אין מחלוקת על העובדות. מדובר בוויכוח על פרשנות העובדות. המדע המודרני מחויב לספקנות ובכל נקודה שהממצא בשטח אינו מתאים למודל התיאורטי, מתחילות תזוזות של אי־נחת אצל החוקרים. מאז דרווין בונים ביולוגים ופלאונתולוגים את הסתעפות עץ האבולוציה שהוביל אלינו – בניו של ההומו־סאפיינס. תגלית המעידה כי החמצנו ענף בעץ האבולוציה גורמת למבוכה מחקרית; מבוכה מפני האפשרות שאולי יש אזורים על פני כדור הארץ שעדיין לא סרקנו, שייתכן שיש יצורים אנושים או קופי אדם שלא תועדו, והחשוב מכל – שאולי אבות־אבותינו שונים מאלה שתיארנו.

עד שיוכרע הוויכוח וההוביטים ישובצו במקומם הראוי בשרשרת האבולוציה, גילו המחקרים מידע מרתק על סביבת חייהם של אותם יצורי אדם. מתברר שבאי פלורס חיו במשך כ־30 אלף שנה לצד ההוביטים גם הורינו – ההומו־סאפיינס – האדם התבוני. ההוביטים, שהיו כנראה תופעה ייחודית לאי פלורס, נכחדו בעוד ההומו־סאפיינס שרד.

העדות האחרונה להוביטים היא מלפני 12 אלף שנים, כאשר אירעה התפרצות וולקנית שחיסלה כמעט את כל בעלי החיים הייחודיים של האי פלורס. עדויות הקשורות למיתולוגיות של תושבי האי רומזות על כך שפרטים בודדים הצליחו בכל זאת לשרוד. הנרי גי, עורך בכיר ב"נייצ'ר", טוען כי יש סיכוי שכמה פרטים כאלה של הוביטים עדיין חיים ביערות הטרופיים של אינדונזיה שטרם נחקרו. גם הסופר והאנתרופולוג הנודע, דזמונד מוריס. חושב שאולי שרדו כמה פרטים של ההוביטים.

באי, אגב, שרצו דרקוני קומודו, לטאות ענק טורפניות באורך מפלצתי של 3.5 מטר, ובמשקל מאיים של יותר מ־130 ק"ג, לטאות ענק בולעניות נוספות, פילים גמדיים מסוג הנקרא סטגודון, שמהם התפתחו הממותות והפילים המוכרים לנו היום, צבי ענק וחולדות מבעיתות בגודל של כלב גולדן־רטריוור. בסביבת חיים אימתנית כזו הגיוני להניח כי בני דודינו, ההוביטים, העדיפו לבלות זמן רב על העצים, ולא על האדמה המסוכנת.

בשלב זה אין הכרעה חד־משמעית בוויכוח, אבל דווקא עוצמתו מעידה משהו עלינו, בני האדם. הגן האנושי שלנו דוחף אותנו לחקור ולפענח במדויק מאין באנו ומי היו אבותינו. הסקרנות האנושית, שבאה לביטוי בתשוקה המדעית להגיע לאמת, מביאים את המדענים להתעמק שנים רבות במחקר של כל מאובן המסוגל לרמוז משהו על עברנו, להעמיד למבחן כל השערה, להתווכח ולשכנע עד שכל ממצא נופל אל מקומו הנכון בפאזל ושושלת האבולוציה המלאה נחשפת לשביעות רצוננו. ■

dudig@netvision.net.il

דודי גולדמן הוא כתב לענייני מדע של "ידיעות אחרונות"

דיוויד גרייבס

"באמצעות מערכת המשפט אנחנו מבדילים בין הריגה, רצח והגנה עצמית, בין מותר לאסור ובין טוב לרע. בתחום הספורט אנו מעריצים את החזק והמהיר. בתחום התרבותי המוגדר 'אמנות', אנחנו יוצרים ומתעסקים עם דברים אשר מקסימים, מושכים ומלהיבים אותנו. יצירות האמנות מקסימות אותנו בזכות ערך אחד מרכזי ובסיסי: **היפה**"

לדאות שקיעה ולמות

קלוד מונה, "אימפרסיה", 1873 / ויקישיתוף

האם יש חוקים ליופי? האם ניתן להסכים מהו יפה? האינטואיציה אומרת לנו שכן, אנחנו מזהים יופי כשהוא מופיע בפנינו, אבל האם יש קריטריון אובייקטיבי? הפילוסופים מסרבים להניח למושג החמקמק "יפה" להישאר סובייקטיבי ואקראי, ומאז אפלטון הם מנסים להכניס אותו אל תוך נוסחה מוגדרת. עד לרגע זה לא הושגה הסכמה, וכנראה טוב שכך. דיוויד גריבס לא מוותר ומגיש לכם הצעה מקורית להגדרה של היופי

"מניין ידעת סוקרטס, איזה דברים נאים הם ואיזה מכוערים? וכי יש בפיך לומר לי מה הוא היפה?"

(אפלטון, הדיאלוג: "היפיאס רבה", תרגום – יוסף ליבס)

■ ביצירת המופת שלו, "מאמר לוגי־פילוסופי", מציע הפילוסוף לודוויג ויטגנשטיין את המשפט המורכב הבא: "**אין ערך בעולם, וגם אילו היה ערך – לא היה לו שום ערך**". ובאותו מקום הוא אף מוסיף, ש"**בעולם הכל הינו כפי שהינו, והכל קורה כפי שאכן קורה: בתוכו אין שום ערך**".

הנה נקודת התחלה למאמר זה. אני מאמין שהעולם הטבעי – זה שנוצר לפני מיליארדי שנים ושהמין האנושי התפתח בו כמו שאר המינים – הוא נטול ערכים. בטבע אין טוב ואין רע, אין צודק ובלתי צודק, הוגן ולא הוגן, יפה ולא יפה. הטבע הוא פשוט מה שהוא.

צ'ארלס דרווין הציע לנו מנגנון ערכי מסוים. הישרדות והעמדת צאצאים הן מטרה (לא מודעת), שמכוונת (ללא תוכנית) את האבולוציה. מטרה זו מאפשרת לנו סוג מוגבל של קביעה ערכית המבחינה בין טוב לרע: מה שתורם להישרדות המין הוא "טוב", מה שפוגע בסיכויי ההישרדות הוא "רע". אבל, כפי שאמר ויטגנשטיין, גם אז אין למעשה כל ערך. הישרדות אינה ערך; לכל היותר היא כורח. כאשר אריה דומיננטי משתלט על משפחה חדשה והורג את כל הגורים שאינם שלו, הוא אינו אריה רע. הוא, כמובן, גם לא אריה טוב. הוא אריה המתנהג על־פי תכונות שעזרו במשך דורות למין שלו לשרוד ולהתקיים.

העולם הטבעי נטול ערכים. מה שקורה בו – קורה. אבל היכן שהוא במהלך האבולוציה נוצר מין חדש, ההומו סאפיינס, שהתפתח לגירסה

>>

>> המוכרת לנו של האדם, ולפני כמה אלפי שנים, ככל הנראה במסופוטמיה, בני האדם עברו ממאבק של הישרדות לחברה של "תרבות". הם החלו לשנות את סביבתם באורח פעיל, לעסוק בחקלאות, להתרכז ביישובי קבע, לתכנן עתיד ולעבור מקיום של פרטים ומשפחות קטנות לקיום חברתי משותף.

ככל שהחברה האנושית הצליחה יותר להשתלט על העולם הטבעי המאיים שסביבה, כך התפנה לאדם יותר זמן למחשבה. מוח האדם, הכלי האבולוציוני החשוב ביותר שהתפתח בטבע, מאפשר לנו לעבור ממצב של הישרדות לשלב של קיום אנושי. בשלב הקיום בני אדם אינם שואפים רק לעבור עוד יום ולהישאר בחיים. עכשיו הם כבר יצורים שמחפשים משמעות, ואת המשמעות הם בונים יחד כעולם שונה מהטבע שסביבם – עולם התרבות.

הפילוסוף רוברט נוזיק הגדיר בספר "הסברים פילוסופיים" (1981) את האדם כ"יצור מחפש משמעות". פילוסופים רבים מאמצים את ההגדרה הזו. בני האדם רוצים לחיות בעולם שיש בו משמעות וערך. מכיוון שעולם הטבע נטול ערכים, התחלנו לבנות עולם משלנו – עולם התרבות. בעולם התרבות דברים מקבלים ערך: זיווג הופך לנישואין, הרוח הופכת לאלוהים, לידת בן זכר הופכת לברית, לקיחה הופכת לגניבה. באמצעות מערכת המשפט אנחנו מבחינים בין הריגה, רצח והגנה עצמית, בין מותר לאסור ובין טוב לרע. את כל הפלאים האלה אנחנו מצליחים לחולל באמצעות מוסדות התרבות הרלוונטיים וכלליהם. בתחום הספורט אנחנו מעריצים את החזק והמהיר. בתחום התרבות המוגדר כאמנות, אנחנו יוצרים וצורכים דברים אשר מקסימים, מושכים ומלהיבים אותנו. יצירות אמנות מקסימות אותנו בזכות ערך מיוחד, מרכזי ובסיסי בתחום התרבות – **היפה.**

מאז ימי ההגות של הפילוסופיה היוונית נחשב היפה לערך בסיסי בחיי האדם, והאמנות – לתחום שבו היפה מיוצג. עד היום רובנו סבורים שהיפה הוא הערך העיקרי בכל תחום אמנותי. באמנות, היפה זוכה לקדימות על ערכים כמו האמיתי, הטוב, הצודק ודומיהם. אולם, הוויכוחים על אודות טבעו של אותו ערך בסיסי, אך חמקמק, החלו כבר אז, אצל הפילוסופים היוונים הראשונים, ולא הסתיימו עד עצם היום הזה. בוויכוח מפורסם בין אפלטון לתלמידו אריסטו על האמנות כחיקוי המציאות, אפלטון מוקיע את האמנות המחקה, האמנות המימטית, כשקר נלוז, בעוד אריסטו משבח את אותה אמנות עצמה על סגולתה להמחיש לנו אמיתות עמוקות יותר מן האמת העובדתית המקרית.

אפלטון מקדיש את הדיאלוג היפה "היפיאס", המצוטט במוטו המאמר לנושא היופי. בעזרת הסופיסט היפיאס ודמות נוספת המשתתפת בשיחה הם מנסחים שש תשובות שונות להגדרת היופי, תשובות שאף אחת מהן אינה מספקת או ראויה בעיני סוקרטס, שמסכם: "חמקה מאיתנו הכרת היופי ואיננה עוד איתנו"

באנציקלופדיות רבות אפשר למצוא הגדרות של המושג "יופי" בנוסחים הדומים לנוסח הבא:

ציור 1 / **פיסארו, "אימפרסיה", אפקט הערפל, 1890** / ויקישיתוף

"יופי הוא תכונה של אובייקט (כולל עצמים חיים)... שבשל תצורתו וארגונו גורם לאדם לחוויה של נעימות ומשיכה. על־פי רוב, היופי מוגדר כמאפיין מבנה שיש בו איזון, סימטריה, פרופורציה והרמוניה בין מרכיביו השונים".

לפי סברה מקובלת, היופי מתחיל בטבע. לעולם שמסביבנו יש נטייה להתארגן בצורה הרמונית, שאין דרך אחרת אלא לתארה כ"יפה". ההסבר הוא, כמובן, דרוויניסטי. פרחים יפים ומרהיבי עין מתפתחים על מנת למשוך חרקים, שיאבקו אותם ויפיצו אותם על פני האדמה. חוקרים קובעים שצמחים ש"מבזבזים" משאבים ניכרים ביצירת מבנים גיאומטריים וצבעים, מוסרים בעצם מידע לחרקים על כמות הצוף ואיכותו. אצל בעלי חיים הדברים דומים. חלק ניכר מהזכרים מתייפים, במיוחד בתקופת הרבייה, כדי שהנקבות ירצו להמשיך ולהעביר את הגנים שלהם. מקובל לחשוב שיופי גברי מייצג חוסן ועוצמה, שיש בהם כדי להבטיח הגנה לנקבה, ואילו היופי הנשי מייצג פוריות, שחשובה לזכרים בתהליך העברת הגנים שלהם. צבי ינאי כותב במאמרו "סוד היופי", כי היופי והסימטריה בעולם הטבע מהווים סמן לתקינות גנטית והיגיינה פיזית.

ינאי עושה את הטעות שכולנו נוהגים לעשות – הוא מניח שמקורם של הערכים בטבע. הוא מניח שיופי זה דבר טבעי. אני מקבל את הטענה שסימטריה ותכונות אחרות אכן משמשות כאינדיקציה לתקינות גנטית. אבל אין בכך כדי להסביר יופי; זה מסביר משיכה. טעות נפוצה מבלבלת בין יופי לבין משיכה מינית. הטעות הזו נובעת מהסברה, שמקורם של ערכים, למשל יופי, הוא בטבע. מכיוון שאני טוען שלא כך הדבר, אנסה להציע תשובות לשאלות: מהו יופי? איך הוא מושך אותנו? ואם הטבע לא יוצר אותו, מי כן וכיצד?

אני מציע את ההגדרה הבאה: **היפה הוא זה אשר מגלם ומפגין את ההיגיון הפנימי של עולמו.** בואו נצפה לרגע במשחק כדורגל – עולם תרבותי שלם עם חוקים משלו. המהלכים המתבצעים במסגרתו אינם אקראיים ושרירותיים. חוקי המשחק מסדירים את הפעילות במגרש, כמעט כמו חוקי הטבע ביקום הפיזיקלי. יש, כמובן, הבדל מהותי בין חוקי הטבע לבין חוקי הכדורגל – את חוקי המשחק קבענו בעצמנו ואנחנו יכולים לשנותם כרצוננו; אולם לעת עתה אני רק מבקש להבהיר, שהפעילות המתבצעת בעולם הכדורגל אינה סתמית ואקראית, אלא מוסדרת וחוקית. ה"סדר" שאנו רואים בהתנהלות המשחק נובע לא רק מכך שיש לו חוקים, אלא גם מכך שהחוקים יוצרים מערכת. מה ההבדל בין מערכת של כללים לבין סתם אוסף של כללים? התשובה היא שלמערכת של כללים יש משהו נוסף, שלסתם אוסף של כללים אין. ה"משהו" הזה מייחס את כל הכללים אחד לשני ומהווה מפתח להבנה של מה שקושר ביניהם. ל"משהו" הזה אני קורא **"היגיון פנימי".**

משחק הכדורגל הוא עולם בפני עצמו, משום שהוא מסגרת לפעילות שיש לה היגיון פנימי. עוד נדון במושג המעורפל הזה, "היגיון פנימי", שכן הוא עומד בלב ההצעה שלי כאן. כרגע אני מבקש לטעון, שיש סיבה אמיתית וברורה לכך שכאשר אנחנו רואים את בעיטת המְספרת המדהימה של החלוץ, ששולח את הכדור בין שני המגינים, מילימטרים ספורים מאצבעותיו של השוער, אל הפינה הימנית העליונה של השער, כולנו כאיש אחד קופצים על רגלינו, מניפים את ידינו לאוויר וצועקים: "איזה יופי!" בנסיבות הנכונות ובביצוע הנכון, בעיטה אחת יכולה להכיל בקרבה את כל החוכמה של עולם הכדורגל. בעיטה אחת עשויה להפגין את הפואנטה, את ההיגיון הפנימי, את ה־"what it's all about". לבעיטה שכזו קוראים **בעיטה יפה.**

מה שנכון לעולם הכדורגל נכון לגבי כל תחום תרבותי. טיעון מוצלח בבית־משפט עשוי לרגש אותנו. מהלך מבריק בשחמט מרומם את רוחנו. מרצה נלהב להיסטוריה אשר מוביל את קהל השומעים שלו להבנה חדשה, גורם לנו תחושת סיפוק נפלאה. כל אלה דברים יפים. הם יפים, כי הם מגלמים בקרבם ומפגינים בפנינו את ההיגיון הפנימי של העולם שבו הם מתרחשים – עולם המשפט, עולם השחמט ועולם האקדמיה.

ובכל זאת, מושג היופי נקשר תמיד לעולם האמנות – תחום תרבותי שעיקר עיסוקו הוא מושג היופי וביטויו בכלים ובאמצעים שונים. לאורך ההיסטוריה היו עליות ומורדות במערכת היחסים בין האמנות ליפה, אולם דווקא המגוון המרשים של סוגי האמנות מראה לנו, שהיופי אינו תכונה כללית כזו או אחרת. היופי אינו סימטריה, ולא אסימטריה. הוא לא פרופורציה כזו או אחרת. הוא גם לא איזון או, לחלופין, הפרת איזון. מריבוי התחומים האמנותיים אנו לומדים, שלכל ז'אנר יש סוג יופי משלו.

ומכאן, ההצעה המדויקת שאני רוצה להעמיד על הפרק היא: **מה שנחשב ליפה** משתנה מתחום לתחום וממוסד אמנותי אחד לשני, אבל **"איך זה עובד" או, בקיצור, עקרון היופי** – קבוע ואחיד בכל התחומים. אפשר לקרוא לזה "הלוגיקה של היפה". ואני חוזר: **מה שמגלם בתוכו ומפגין בפנינו את ההיגיון הפנימי של עולמו, הוא היפה.**

בואו ניכנס מעט לעולם האמנות. ציור אימפרסיוניסטי הוא יפה אם ובמידה שהוא מגלם בתוכו ומציג בפנינו את ההיגיון הפנימי של עולמו – כלומר, של עולם האימפרסיוניזם הצרפתי (זרם אמנותי דומיננטי באמצע המאה ה־19).

אם כך, האם כדי לקבוע אם ציור אימפרסיוניסטי כלשהו יפה יש להבין תחילה את ההיגיון הפנימי של האימפרסיוניזם? אני סבור שכן. אבל את ההיגיון של האימפרסיוניזם יש ללמוד; הוא אינו מובן מאליו. מונה הציע אותו, פיסארו בדק אותו, מאנה התווכח איתו, רנואר דחף אותו לקצה... זה לא עניין פשוט להמציא היגיון פנימי לז'אנר אמנותי. אולם משעה שהוא כבר מנוסח, אין קושי רב ללמוד אותו.

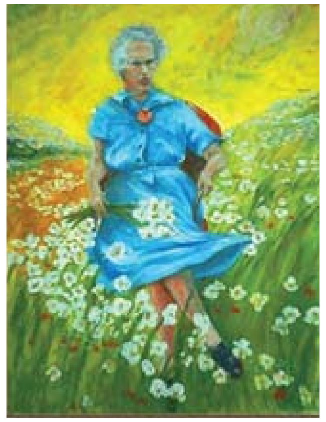
ביסוד התפיסה האימפרסיוניסטית עומד הרעיון, שעל הציור להיות חיקוי פלסטי של תהליך הראייה הפיזיולוגי. בלשון פשוטה יותר, פירוש >>

ציור 2 / רנואר, "ערומה באור שמש" / 1875 / ויקישיתוף

>> הדבר שהציור והעין יעבדו פחות או יותר באותה צורה. למיטב הבנתם דאז של הציירים האימפרסיוניסטים, כאשר אדם עומד על גדת הנהר וצופה בנוף, האור מהאובייקטים המרכיבים את הנוף נכנס אל תוך עיניו של הצופה ומתפרק לנקודות של אור צבעוני על רשתית העין. הנוף עובר כמידע פיזיקלי, מפורק לנקודות אור, נקלט דרך מערכת הראייה ועובר אל המוח, שם, בתהליך של עיבוד, המידע המפורק לנקודות מורכב חזרה לשלמות אחת. כאשר מושלם התהליך, הצופה חווה את ה"נוף".

הרעיון של האימפרסיוניסטים הוא כזה: אם נחקה בציור את פעולת הראייה הפיזיולוגית כפי שהיא מתקיימת בטבע ותוארה לעיל, אזי אדם שמסתכל על הציור יזכה לאותו סוג של חוויה שהיה חווה אילו הוא עצמו הביט בנוף. לחוויה זו הם קראו "אימפרסיה". (ראו ציור 1 בעמוד קודם)

ציור 3 / **מונה, "אישה עם שמשייה", 1886** / ויקישיתוף



ציור 4 / **"לוסי בשדה", צייר לא ידוע** / אתר **MOBA**

אם כך, עומד הצייר האימפרסיוניסטי על גדת הנהר ומביט בנוף. כמו שהאור מפרטי הנוף מתפרק לנקודות אור על רשתית העין, כך הצייר מפרק את הדימוי של הנוף לנקודות בדידות של צבע על הבד. ההיגיון הזה של חיקוי תהליך הראייה מסביר לנו הרבה מאוד ביחס לאימפרסיוניזם. למשל, את העובדה שציורים אימפרסיוניסטיים מורכבים כולם מנגיעות מכחול בדידות, ואפשר לראות בנקל את עבודת המכחול של הצייר – נגיעות של צבע על בד הציור שקולות לנקודות אור על רשתית העין. היגיון זה הכתיב גם אופן ציור דומה. עצים, שמיים, מים, גוף אישה, סלעים – כל אלה צוירו באותו אופן וזכו לאותו טיפול במכחולו של הצייר האימפרסיוניסטי; הכל עבר פירוק לנגיעות בדידות. כך גם אפשר להבין מדוע אין קווים אצל האימפרסיוניסטים. פשוט כי אין קווים גם על הרשתית של העין. (ראו ציור 2 בעמוד קודם)

נאמר, אם כן, שציור אימפרסיוניסטי הוא יפה, במידה שהוא מגלם בתוכו ומפגין לעינינו את ההיגיון האימפרסיוניסטי. מבלי להיכנס לניתוחים טרחניים, אני מבקש לתת לעיניים לעשות את העבודה. תסתכלו ותשוו את

ציור 3 – "אישה עם שמשייה" של קלוד מונה לציור 4 – "לוסי בשדות" של צייר אנונימי (לקוח מאתר האינטרנט Museum of Bad Art).

בהנחה ש"לוסי" אמור להיות ציור ברוח אימפרסיוניסטית, הוא מזייף בבירור את ההיגיון האימפרסיוניסטי. בציור זה השמלה התכולה של דודה לוסי הנחמדה מתפרקת רק ליחידות של כחול ולבן, ואילו השדה מפורק לגושים של ירוק וכתום. גם אם מונה היה מצייר את הפירוק הדומיננטי של השמיים בצהובים דווקא, אני בספק אם הענן הלבן מימין היה נשאר בפשטותו. תנועות מכחולו של הצייר העלום ב"לוסי" משתנות במעבר מהעשב לפרחים, ומשם לשמלה. "לוסי", למעשה, אינה מפגינה שום היגיון קוהרנטי, מה שהופך אותה לציור רע באופן כללי, לא רק לציור רע ביחס לציורים אימפרסיוניסטיים.

דבר יפה מגלם ומפגין את ההיגיון הפנימי של עולמו. ציור אימפרסיוניסטי יפה מגלם ומפגין את ההיגיון האימפרסיוניסטי, שהוא חיקוי פלסטי של תהליך הראייה הפיזיולוגי, כפי שנתפס בזמנו. ציור אקספרסיוניסטי יפה מגלם ומפגין את ההיגיון האקספרסיוניסטי – השימוש בצבעים ובצורות כאמצעי מבע של תכנים חווייתיים, רגשיים וחושיים.

אם הטענה שלי נכונה, אזי אמנות מגלמת ומפגינה בפנינו את הגיונם הפנימי של הדברים. לכל ז'אנר אמנותי יש היגיון פנימי משלו. בציור הקלסי אנו רואים את העולם דרך משקפיים אידיאליסטיים. בציור רומנטי אנו רואים את העולם ואותנו במונחים של כוחות הפוכים ומשלימים, אשר נאבקים להגיע להרמוניה. בציור ריאליסטי אנו רואים את העולם הטבעי כמציאות המתקיימת "בגובה העיניים", בלי אידיאליזציות ובלי רומנטיזציות. לכל ז'אנר היגיון פנימי משלו, ולכן לכל ז'אנר יופי משלו. אולם העיקרון המהותי של היפה נשאר אחד בכל מקרה: **זה אשר מגלם ומפגין את הגיונו הפנימי, הוא היפה.**

וזה מוביל אותנו למהלך מפתיע, שאותו ביצע אוסקר ויילד. במאמר מרתק משנת 1891, בשם "כוונות" (Intentions), אוסקר ויילד מפתח תזה על היפה, שנראית על פניה הזויה למדי. ויילד טוען שיותר מאשר האמנות מחקה את הטבע, הטבע מחקה את האמנות. הוא טוען שעד שמונה ופיסארו לא ציירו את הערפל הלונדוני הטיפוסי, הערפל כלל לא היה קיים. ויילד אומר:

"הדברים הינם בגלל שאנחנו רואים אותם, ומה שאנחנו רואים ואיך אנחנו רואים אותם, תלוי באמנויות אשר השפיעו עלינו... עתה, אנשים רואים ערפילויות לא בגלל שהן ישנן, אלא בגלל שמשוררים וציירים לימדו אותנו לראות את היופי המסתורי של אפקטים אלו. יכול להיות שהיו ערפילויות בלונדון במשך מאות שנים. אני מתאר לעצמי שהיו. אבל אף אחד לא ראה אותן, לכן לא ידענו עליהן מאום." (ראו ציור 5)

ויילד לא חושב שמונה ופיסארו בראו את הערפל הלונדוני. אבל הוא כן טוען שעד שהאמנים לא הראו לנו אותו, אנחנו לא ממש ראינו. אני חושב שזו תובנה מדהימה מצידו של אדם שחי לפני 100 שנה

ציור 5 / **פיסארו, "גשר שרינג קרוס", 1890** / ויקישיתוף

ואינו בקיא ברזי הפילוסופיה הפוסט־מודרנית. במונחים שאני מציע כאן הייתי אומר, שהאמנים אשר מראים לנו את יופיים של הדברים באמצעות יצירות מוצלחות, בעצם מראים לנו את הגיונם הפנימי של הדברים אותם הם מתארים. בגלל זה אומר ויילד:

"להביט בדבר־מה זה מאוד שונה מלראות אותו. לא רואים את הדבר עד שלא רואים את יופיו. אז, ורק אז, הדבר קיים ממש".

זה משפט נפלא, ומה שויילד אומר, במונחים שלי, הוא שהאמנות מלמדת אותנו לראות את פני הדברים דרך הגיונם הפנימי. ככל שהאמנות מראה לנו את הדברים באורח יפה יותר, כך ההיגיון הפנימי של הדברים נהיר לנו יותר. לכך, אני סבור, הוא התכוון בדיוק כשאמר ש"לא רואים את הדבר עד שלא רואים את יופיו". לראות את יופיו של משהו – פירושו להבין את ההיגיון המיוחד לו. לראות את היופי בבעיטה במשחק כדורגל זה להבין את ההיגיון של המשחק וממש לחוות אותו. לראות את היופי בציור אימפרסיוניסטי זה להבין את הלוגיקה של האימפרסיוניזם ולהרגיש אותה בעבודת המכחול של פיסארו ובאור של רנואר.

אם כן, אפשר לומר כך: לראות שקיעת שמש יפה זה להבין ולחוות את ההיגיון הפנימי של הטבע. לכן אנו מתרגשים, נכון? לא נכון, אומר ויילד. לא הטבע הוא שמרגש אותנו. היכולת לראות שקיעת שמש יפה ולהתרגש מותנית באמנויות שאותן הכרנו והפנמנו – אמנויות שלימדו אותנו איך נראית שקיעת שמש יפה. לא האמנות מחקה את הטבע, אומר ויילד, אלא הטבע "מחקה" את האמנות. <<

"כאשר אנחנו רואים את בעיטת המִספרת המדהימה של החלוץ, ששולח את הכדור בין שני המגינים, מילימטרים ספורים מאצבעותיו של השוער, אל הפינה הימנית העליונה של השער, כולנו כאיש אחד קופצים על רגלינו, מניפים את ידינו לאוויר וצועקים: 'איזה יופי!' בנסיבות הנכונות ובביצוע הנכון, בעיטה אחת יכולה להכיל בקרבה את כל חוכמות עולם הכדורגל"

>> לומר שאני מכיר את ההיגיון הפנימי של ציור אימפרסיוניסטי, פירושו לומר שאני יודע איך צריך להיות נוף אימפרסיוניסטי תקין ויפה. על אותו משקל, לומר שאני מכיר את ההיגיון הפנימי של שקיעת שמש, פירושו לומר שאני יודע איך צריכה להיות שקיעת שמש טבעית ותקינה. מאין אני שואב את הידע הזה? מהעולם? מהטבע? אני חושב

למעלה: ציור 6 / **טרנר, "שקיעה", 1805** / ויקישיתוף
למטה: ציור 7 / **פרידריך, "ערב", 1820** / ויקישיתוף

שלא. הידע הזה קיים כבר **בתמונת העולם** שלנו, ותמונת העולם הזו מצוירת עבורנו על־ידי סוכני מוסדות התרבות שלנו – בעיקר על־ידי המדע והאמנות. אנו למדנו מהן שקיעות שמש יפות מציורים יפים שציירו לנו גדולי הציירים. ציירים רומנטיים, כמו ויליאם טרנר האנגלי וקספר דיוויד פרידריך הגרמני, הם שקבעו לנו מהן שקיעות רומנטיות ומהי שמש שוקעת. (ראו ציורים 6 ו־7)

הלומיניסטים (זרם רומנטי אמריקאי, גם הוא מאמצע המאה ה־19) תרמו רבות לעיצוב התפיסה הרווחת במערב של "מהי שקיעת שמש יפה". לתמונת עולם רומנטית יש היגיון פנימי משלה, לפיה העולם מונע על־ידי כוחות מנוגדים במשא ומתן דיאלקטי מתמיד ביניהם. הכוחות המנוגדים הם לעיתים זכר ונקבה, לעיתים שמיים וארץ. ברומנטיקה של המאה ה־19, אחת הדיאלקטיקות הנפוצות ביותר, אחד המתחים המתמידים, מתקיימת בין הטבע לאדם. הרומנטיקן שואף להגיע להרמוניה בין הכוחות. בתפיסה הרומנטית, הטבע הוא עצום, אימתני ומעורר השתאות. לפי ההיגיון הזה, שקיעת שמש תהיה גרנדיוזית, שופעת אנרגיה של אור, צורבת... האם לא ייתכן שלמדנו לראות שקיעת שמש בעיניים רומנטיות דרך ציורים שכאלה? שימו נא לב לדמיון בין ציורי השקיעה של הלומיניסטים לבין צילומי שקיעה טבעיים, שנחשבים ליפים ומוצלחים. תסתכלו במיוחד על האופן שבו נהוג "לצבוע" את העננים בכתום... (ראו ציור 8 וצילום 9)

הייתכן שבמובן מאוד חשוב למדנו לראות את ההיגיון של לונדון האפרורית דרך העיניים של פיסארו? ואולי למדנו לראות את ההיגיון של שקיעת שמש מטרנר? ואת ההיגיון האמיתי של הנימפיאה (water lily) מקלוד מונה? אם כך הדבר, איזו עוצמת בריאה יש לאנשי האמנות, שהופכים להיות כמעט אלים! הוגים רבים, מאפלטון ועד לד'אלמבר והאנציקלופדיסטים של הנאורות, אכן חששו מעוצמה זו. גם היהדות חששה, ובצדק. כוח ה"בריאה" של האמן מרשים ועשוי להוביל לסוג של הערצה ועבודת אלילים. החשש התברר תמיד כמוגזם. אמנים (כמו גם המדענים) אינם יוצרים את המציאות; הם רק נותנים לה משמעות ופרשנות במסגרת מוסדות התרבות שלהם.

ז'אן ד'אלמבר הקפיד מאוד לתאר את הגאון האמנותי כגאון ממציא (inventive) ולא כגאון יוצר (creative), כדי לא להסתבך עם הכנסייה בנושא הכוחות היצירתיים של האמן (קרי, היכולת לברוא). הגאון הממציא אינו בורא, הוא מוצא את שישנו, את שנברא על־ידי האל, וממציא אותו (הופך אותו למצוי) עבורנו.

ההבנה הזאת מאפשרת לנו לסגור את המעגל: שקיעת שמש יפה תהיה זו אשר מגלמת ומפגינה את ההיגיון הפנימי של הטבע. אבל אנחנו לא מכירים על בוריו את ההיגיון הפנימי של הטבע; אנחנו לא ממש יודעים איך הטבע עובד. לכן יש לנו תיאוריות והשערות, אשר מתארגנות לכדי תמונת עולם. במרוצת הזמן ההשערות, כמו גם תמונת העולם שלנו, משתנות פעמים רבות. בכל תקופה ובכל ז'אנר נוצרו תמונות מסוג שונה – קלסית, אידיאליסטית, דתית, רומנטית, מטריאליסטית,

מכניסטית, קוונטית – לכל תמונה היגיון פנימי משלה. אנחנו משליכים תמונות אלו על המציאות, על הטבע. **המדע שלנו מסביר את תמונת העולם שאנו בונים; האמנות שלנו – מראה לנו אותה.**

האמנות מראה לנו את ההיגיון הפנימי המשוער של הטבע. לפיכך, שקיעת שמש יפה תהיה זו אשר מגלמת בתוכה ומפגינה בפנינו את ההיגיון הפנימי של שקיעות שמש על־פי הבנתנו. את מה שאנו מבינים, למדנו מהאמנות. האמנות מראה לנו שקיעות שמש על־פי היגיון מסוים – למשל, שקיעה רומנטית של טרנר. כאשר אנו רואים ומזהים דבר דומה בטבע, אנחנו רואים אותו כיפה.

אני סבור שויילד ידע על מה הוא מדבר. במהלך דורות אינספור רתמנו את העגלה לפני הסוסים. לא האמנות היא שמחקה את הטבע. להפך, הטבע מחקה את האמנות. אין יופי טבעי. אין שום ערך בטבע, מהנחה זו הרי התחלנו את המאמר. על כן, היופי שאנו כן מוצאים בטבע, ואפשר לראות הרבה מאוד יופי בטבע, אינו "יופי טבעי". מקורו באמנות ובאמנים שלנו. אנחנו בראנו את היפה, לא הטבע.

המאמר מבוסס על ספר בשם "Beautiful", אשר עומד לראות אור בקרוב. ■

graves@inter.net.il

למעלה: ציור 8 / **פרידריך צ'ארץ', "דימדומים פראיים", 1860** / ויקישיתוף
למטה: צילום 9 / **עננים בשקיעה, צלם לא ידוע**

אמנון כרמל

קולוניאליזם – הדור החדש

אין מנוס. השלב הבא בהתפתחות האנושות יהיה יציאה אל מחוץ לכדור הארץ והתיישבות במרחבי החלל. לא מדובר במותרות, אלא בהכרח קיומי. אמנון כרמל חוזר אל סיפור היסטורי מרתק – ההתיישבות הראשונה של בני אדם באי הפסחא ומתאר משל קיומי בעל משמעות לכולנו

פסל ענק מאי הפסחא / תמונה: ויזואל פוטו

"איננו יורשים את האדמה מאבותינו, אנו לווים אותה מילדינו" (פתגם אינדיאני עתיק)

■ תמיד בתקופות של משבר כלכלי נשמעים קולות הקוראים לעצור או לצמצם משמעותית את ההשקעה העצומה בחקר החלל. הטענה העיקרית היא כי מדובר במחקר תיאורטי העוסק בהיסטוריה של היקום ובעתידו הלא נראה לעין, ללא השלכות מעשיות של המחקר על חיינו. לבזבז מיליארדי דולרים כדי להבין אירוע קוסמי שיתרחש בעוד ארבעה מיליארדי שנים, נראה לרבים מעשה מופרך ומיותר. אני מאמין בגישה האומרת שהאנושות מעולם לא היתה זקוקה לחקר החלל יותר משהיא זקוקה לו היום.

חקר היקום עוזר לנו בראש ובראשונה לענות על אחת השאלות שהטרידו את האנושות משחר קיומה – מאין באנו ולאן אנו הולכים? בנוסף קיימת תרומה דרמטית לאדם בפיתוחים טכנולוגים המשפרים את חיינו, באמצעי תקשורת מתקדמים דוגמת לוויינים ו־GPS, ובקידום תחומי המחקר המדעי בכל הדיסציפלינות. אלה בהחלט דברים חשובים אבל היום, בתחילת המאה ה־21, ברור לכל כי חקר החלל עוסק למעשה בנושא הקריטי ביותר לקיומנו – **כיצד להבטיח את הישרדות המין האנושי לטווח ארוך**.

האנושות הגיעה לרמת התפתחות כזו שהיא יכולה היום במו ידיה להכחיד את עצמה בקלות. כדור הארץ הוא נישה אקולוגית קטנה יחסית במרחבי היקום והאדם עלול בזמן קצר יחסית להרוס אותו טוטאלית או להפוך אותו למרחב בלתי אפשרי לחיי אדם. אנו עומדים בנקודה קריטית – מצד אחד אנו מסכנים במו ידינו את עתידנו על פני כדור הארץ, אך במקביל אנו טומנים את זרעי התקווה לעתיד חדש לאנושות.

אין עוררין על כך שאנו מכלים את משאבי הכוכב שלנו בקצב הולך וגובר, וסובלים בשל כך, בין השאר, מנזקי התחממות כדור הארץ, הממיטים על ראשינו אסונות תכופים וקשים יותר ויותר כגון שיטפונות, סופות, שריפות, בצורת, עליית מפלס הימים ואסונות נוספים. זאת ועוד, כיום יותר מאי פעם קיים סיכוי להתרחשות אסונות עולמיים כגון מלחמה אטומית, פיגוע טרור ביולוגי או התפרצות מגיפות עולמיות, העלולות להתפשט במהירות בגין הגלובליזציה.

איום נוסף נובע דווקא בשל העצמת האינדיווידואליזם. העצמה זו יכולה לגרום מצד אחד לתהילה מיידית של אדם בודד בשל כישוריו או הישגיו, אך במקביל יכול אדם אחר הממוקם בנקודת כוח מרכזית, לגרום לאסונות בקנה־מידה עולמי. בספרו "הלקסוס ועץ הזית" שפורסם בשנת 1999, כתב תומס פרידמן על הסכנה המוחשית והמיידית ביותר לארה"ב. הוא טבע את הביטוי – "**האדם הכועס בעל עוצמת־העל**" ובחר להדגים את התופעה על אוסאמה בן־לאדן וכנופיית הטרור שלו. כשנתיים לאחר מכן הופלו בנייני התאומים. עם התפשטות הנשק להשמדה המונית, אנו מתקרבים ליום שבו יעמדו לרשותו של אותו "אדם כועס בעל עוצמת־על" לא רק מטוסים חטופים אלא גם נשק ביולוגי, כימי ואף אטומי. כפי שכתב סם האריס בספרו "מהומת אלוהים": "**לפגוש את הבורא לא היה קשה מעולם, אולם בתוך חמישים שנה, יהיה קל מדי לגרור לפגישה איתו את כל שאר העולם**".

יתכן, שאסון עולמי המאיים על קיום האנושות כולה נשמע לרבים כאיום רחוק, אך למעשה אנו קרובים לכך יותר מאשר אי פעם. הטכנולוגיה שלנו מתקדמת מספיק כדי לגרום לקטסטרופה אשר גם אם לא תכחיד את כל בני האדם, היא בהחלט עלולה להחזיר אותנו לתקופת האבן.

אנו חייבים ללמוד מההיסטוריה ולעשות ככל שניתן כדי לשמור על הבית היחידי שיש לנו (בינתיים), להתגונן מפני איומים שונים, ובמקביל להקדיש כל מאמץ כדי לבנות אלטרנטיבות ודרכי מילוט שיוכלו לשמש את המין האנושי בעתיד.

האם אנו לומדים מן ההיסטוריה?

אם אתם משוכנעים שהמין האנושי תמיד משכיל להתמודד בהצלחה עם השמדת המשאבים, הרס הסביבה והאיומים האקולוגיים והכלכליים, כדאי לקרוא את הספר "התמוטטות" שכתב פרופ' ג'ארד דיימונד (אשר זכה בפרס פוליצר על ספרו הקודם "רובים חיידקים ופלדה"). דיימונד מציג שלל דוגמאות לתרבויות שנפגעו או נכחדו לחלוטין עקב השמדת משאביהן. הוא מונה בין היתר את היישוב הנורדי בגרינלנד, שכל תושביו מתו לאחר שכילו את כל אוצרות הטבע שעמדו לרשותם; את תושבי האיטי, המדינה הענייה והצפופה ביותר בעולם החדש; את תרבויות האנסאזי והמאיה באמריקה, שקרסו בעקבות הפיכת יערות עבותים לאזורים צחיחים שאינם מאפשרים קיום אנושי; ואת רצח העם ברואנדה, שנבע בעיקרו מקטסטרופה מלתוסית (על שמו של תומס מלתוס) – גידול אקספוננציאלי במספר התושבים ומלחמה על משאבים שנוצלו עד תום.

תום פרידמן, עיתונאי ובעל טור חשוב ומשפיע בארה"ב, מחבר ה"עולם השטוח" פרסם לאחרונה את ספרו "חם, שטוח וצפוף", המתאר את התחזית האקולוגית העדכנית לכדור הארץ וזועק לפעולה מהירה להצלתו

אחת הדוגמאות הטובות ביותר המובאת בהרחבה בספר "התמוטטות", ונזכרת גם במקומות רבים נוספים, כמו בספר "השימפנזה השלישי" מאת דיימונד, היא הדוגמה על גורלם העגום של תושבי אי הפסחא שבאוקיינוס השקט. זהו משל מצוין למין האנושי, ואם רק נשכיל להפנים את הלקחים ממקרה זה, אולי נוכל להפוך את העולם שלנו לטוב יותר למען הדורות הבאים.

הטרגדיה של תושבי אי הפסחא

בחג הפסחא של שנת 1722, הגיע רב־החובל ההולנדי יאקוב רוחפן (Roggeveen Jakob) אל אי הפסחא, המכונה כיום גם בשם ראפה נואי – Nui Rapa, ועמד נפעם לנוכח מה שנגלה לעיניו: לאורך חופי האי, שהיה כמעט שומם לחלוטין, ניצבו מאות פסלי אבן גדולים ומרשימים שמשקל כל אחד מהם עשרות טונות, ואשר הגבוה מביניהם היה בגובה 11 מטרים – כגובהו של בניין בן שלוש וחצי קומות.

בסיור ראשוני על החוף, ניסו רב־החובל וחבריו למסע לגלות באילו אמצעים הצליחו תושבי האי להקים מפעל הנדסי מורכב כל־כך, אך להפתעתם כל שמצאו היתה צמחייה דלה. עצים לא נראו באופק ולא התגלו גם סימנים להימצאותן של בהמות משא גדולות. רוחפן וחבריו הביטו זה בזה בתמיהה ושאלו את עצמם כיצד הצליחו ילידי האי להקים את פסלי הענק האלה, ומה קרה לבני התרבות המפוארת שחצבו אותם.

משחדרו רוחפן וצוותו אל עומק האי, הם פגשו את ילידי המקום, מאות בודדות של אנשים רזים, עירומים כמעט לחלוטין ונטולי כל. כלי השייט שלהם היו קטנים ודולפים והצריכו ריקון מתמיד של המים שחדרו לתוכם, ולכן לא ניתן היה להתרחק בהם מן החוף. ניכר היה כי הילידים מצליחים רק בקושי לשרוד באי השומם, שנמצא באחד המקומות המבודדים ביותר בעולם – במרחק של יותר מ־ 3,500 ק"מ מחופי אמריקה הדרומית במזרח, וכמעט אלפיים קילומטרים מהאי המיושב הקרוב במערב – האי פיטקרן.

הפער הבלתי מוסבר בין ההישגים ההנדסיים המרשימים של המתכננים העלומים לבין המשאבים הדלים על האי הטריד גם את קפטן ג'יימס קוק, כאשר הגיע אל האיים חמישים שנה מאוחר יותר, בשנת 1774 במסגרת מסעו השני ברחבי האוקיינוס השקט.

לאורך השנים מאז גילוי אי הפסחא ניסו חוקרים שונים להעלות תיאוריות והשערות שונות שיסבירו את התעלומה. הם דיברו על אימפריה דרום־אמריקנית שהתפשטה לאי הפסחא ממזרח (המסע לקון טיקי של תור היירדאל); הציעו אפשרות של קשר כלשהו עם האימפריה המצרית; ומעל כולם כיכבה כמובן

>>

>> תיאוריית החייזרים הפרועה של אריך פון־דניקן שפורסמה בספרו "מרכבות האלים" בשנת 1968. רק בשנים האחרונות, אחרי מחקרים מאומצים ומקיפים של מדענים מדיסציפלינות שונות ומגוונות, התגלה כנראה סיפורו האמיתי של אי הפסחא.

לפני הגעת בני האדם לשם היה האי גן עדן ירוק מכוסה ביער סובטרופי עבות, ושימש כאתר הקינון העשיר ביותר בכל פולינזיה, ויתכן שאף בכל אגן האוקיינוס השקט. על־פי עדויות והערכות, חיו בו בשלווה מינים שונים של עופות ים וכן אריות ים ולטאות גדולות. לצד סוגים שונים של עצים גבוהים ועבי גזע, התנשאו באי עצי דקל שהיו ככל הנראה הדקלים הגבוהים ביותר בעולם.

כיום מקובל לחשוב כי הפולינזים הגיעו אל האי בכלי שייט גדולים ועמידים, לכל המאוחר בסביבות שנת 800 לספירה. הם היו יורדי ים מוכשרים ובעלי ידע רב ונשאו עימם אספקה להקמת התיישבות. בסיוע כלי השייט שהביאו והטכנולוגיות המתקדמות לדייג ולצייד ימי, יכלו התושבים החדשים של אי הפסחא לחיות ברווחה, כשמזונם מתבסס על החיות והצמחים הרבים באי, כמו גם על דולפינים ודגי טונה החיים בים הפתוח. התנאים הנוחים הובילו לגידול דרמטי באוכלוסייה, שבשיאה הגיעה לכ־15 אלף איש.

מנהגי הדת שלהם, שהתבססו ברובם על על האמונה הרווחת בתרבות הפולינזית, כללו הקמת פסלי אבן גדולים שכונו על ידם – מוּאאי ושיקפו את רוחות אבותיהם. הפסלים הוצבו על במות אבן גדולות כמחווה לאלים. במהלך השנים חל גידול מאסיבי בגודל הפסלים, כנראה עקב שיגעון הגדלות ומלחמות האגו והפולחן של ראשי השבטים. משקלו של הפסל הגדול ביותר שהוצב על האי היה כ־88 טונות ופסל עצום מימדים שמשקלו כ־270 טונות התגלה בשלבי חציבה מתקדמים.

תושבי האי נאלצו לכרות יותר ויותר עצים כדי לבנות את פסלי הענק וכדי לספק את צרכיה של האוכלוסייה הגדלה. בתוך כמה מאות שנים הוכחדו לחלוטין העצים הגדולים ונותרו רק צמחים נמוכים וחסרי תועלת. במקביל, הוכחדו מינים רבים של בעלי כנף, בעוד חולדות שהגיעו יחד עם הפולינזים התרבו במהרה, אכלו את ביצי הציפורים והשמידו את זרעי העצים והצמחים. התוצאה היתה שבתקופה קצרה יחסית הפך האי הירוק ומלא החיים לשומם. המחסור בעצים הביא גם לחוסר יכולת ליצור כלי שייט עמידים, וכך נותרו צאצאיהם של יורדי הים הפולינזים ללא יכולת לצוד דגי מאכל מן הים הפתוח, וחמור מכך – ללא אפשרות לצאת מן האי.

במאה ה־17 הולידה המצוקה מאבק מר בין 12 השבטים שעל האי, אשר הוביל לכאוס טוטאלי ואף לקניבליזם. רבים ניסו להציל את עורם וברחו למערות חבויות. בזעמם ובייאושם החלו תושבי האי להפיל ולנפץ את פסלי הענק שבנו אבותיהם בעמל רב. הם חשו שהאלים הכזיבו אותם.

סוחרי עבדים מצ'ילה ומגפות שהגיעו מאירופה כמעט והכחידו את תושבי האי לחלוטין, וכיום חיים על אי הפסחא צאצאיהם של 36 איש בלבד מן הילידים המקוריים.

קולוניאליזם במערכת השמש

ניתן לראות בנקל את ההקבלה בין ההיסטוריה העגומה של אי הפסחא לבין האנושות בעידן המודרני. בשני המקרים מדובר באוכלוסייה המכלה את המשאבים שלה בקצב הולך וגובר, ויתרה מכך – זוהי אוכלוסייה שאין באפשרותה לצאת אל מחוץ לגבולותיה הגיאוגרפיים. גם אם ההקבלה אינה מושלמת – המשל אינו מאבד מעוצמתו.

וכך, כתב דיימונד בספרו: "קווי הדמיון בין אי הפסחא לבין העולם המודרני בכללותו ברורים במידה שיש בה כדי להקפיא את הדם. הודות לגלובליזציה, לסחר הבינלאומי, למטוסי הסילון ולאינטרנט, כל ארצות העולם חולקות כיום את משאביהן זו עם זו ומשפיעות זו על זו, בדיוק כמו תריסר השבטים של אי הפסחא... משום כך רואים רבים את התמוטטותה של חברת אי הפסחא כתרחיש המקרה הגרוע ביותר, כמשל למה שצופן לנו עתידנו שלנו".

אם ברצוננו לשרוד בטווח הארוך, אנו חייבים לשאוף למצב שבו יהיו נקודות התיישבות אנושיות מחוץ לגבולות כדור הארץ. לא מדובר כמובן ברעיון חדש. באמצע המאה ה־19 הושמעה לראשונה האפשרות, שהיתה אז דמיונית לחלוטין, ומן המחצית השנייה של המאה ה־20 עבר הרעיון מתחום המדע הבדיוני אל מעבדות המחקר והפיתוח. מאז שנת 2000 קיים כבר יישוב קבע אנושי בתחנת החלל הבינלאומית, אלא שתחנה זו עדיין אינה עצמאית ותלויה לחלוטין באספקה מכדור הארץ.

רבים טוענים כי התיישבות אנושית על הירח, המאדים או על כוכבי לכת וירחים אחרים, היא צעד התפשטות טבעי, שלא יהיה ממנו מנוס. רוברט רייט (Wright Robert) טוען בספרו "NONZERO" כי למרות שלא קיים מתכנן תבוני מסוג כלשהו, האבולוציה נעה בכיוון אחיד

"אם ברצוננו לשרוד בטווח הארוך, אנו חייבים לשאוף למצב שבו יהיו נקודות התיישבות אנושיות מחוץ לגבולות כדור הארץ. לא מדובר כמובן ברעיון חדש. באמצע המאה ה־19 הושמעה לראשונה האפשרות, שהיתה אז דמיונית לחלוטין, ומן המחצית השנייה של המאה ה־20 עבר הרעיון מתחום המדע הבדיוני אל מעבדות המחקר והפיתוח"

קולוניה בחלל – האדם על כוכב מאדים / איור: ויקישיתוף

המוביל אותה אל עבר מורכבות גבוהה יותר ויותר, כלומר הגורל האבולוציוני שלנו מוביל אותנו משלב יצירת המשכפלת הראשונה דרך היווצרות הצמחים וחיים מורכבים, אל היווצרות האינטליגנציה והגלובליזציה ולבסוף – אל ההתפשטות לכוכבים אחרים.

גם פרופ' חגי נצר ועמי בן־בסט בספרם "מסע אל התבונה" דבקים בגישה דומה, לפיה "יציאתו של הגזע האנושי אל החלל היא כנראה שלב הכרחי בהתפתחותנו". בספרם, מציגים נצר ובן־בסט גרסה למשוואת דרייק (על שמו של פרנק דרייק, Frank Drake), אשר מטרתה לנסות ולהעריך כמה תרבויות אינטליגנטיות המפותחות לפחות כמו התרבות שלנו קיימות בגלקסיה שלנו. להערכתם מדובר על כ־ארבעים מיליון תרבויות שהיו או עדיין קיימות.

גם אם יש רק שמץ של אמת בחישובים שבספר, הרי שהיקום שלנו אמור להיות שוקק חיים. זוהי גישה המקבלת יותר ויותר הכרה בקרב הקהילה המדעית, ופרויקטים שונים, דוגמת פרויקט SETI, הוקמו כדי לנסות ולאתר סימן חיים כלשהו מן החלל. האם נזכה, אם כך, להיפגש עם ישויות אינטליגנטיות בצאתנו מגבולות כדור הארץ? אם זה אכן המצב, סביר להניח שצפויות לצאצאינו מלחמות רבות על המשאבים הפנויים בגלקסיה.

קשה שלא להיות ספקן מול גישה שכזו, כפי שאמר פרופ' אנריקו פרמי בשנת 1950 – "Where is everybody?" אם היקום מלא בתרבויות מתקדמות, מדוע הן עדיין לא הגיעו לכאן? העתידן והפוסט־הומניסט ריי קורצוויל בוחן בספרו "The Singularity is Near" את משוואת דרייק ומצביע על הכשל העיקרי שבמשוואה זו ובמשוואות הדומות לה – הידע

נוסחת דרייק מתוארת בהרחבה בגליון מספר 3 של "אודיסאה". דרייק טען להסתברות קיומם של עשרת־אלפים ציוויליזציות אינטליגנטיות ביקום. גם אם אין אפילו ציוויליזציה אחת כזו, אין מניעה שהאנושות תתחיל לצאת ולהתיישב בכוכבים נוספים ותבטיח את קיומה לטווח רחוק

שלנו מבוסס על כדור הארץ בלבד. למשל, הניסיון להעריך באיזה אחוז מהכוכבים יכולים להיווצר חיים הוא כמעט ניחוש גרידא, שכן הדוגמה היחידה שאנו מכירים היא כדור הארץ, ואין לנו די מידע על היווצרות החיים כדי לנסות ולהעריך עד כמה התהליך הזה נפוץ. שימוש בהנחות מסוימות ביישוב אחד ייתן תוצאה שלפיה יש עשרות מיליוני תרבויות מתקדמות בגלקסיה, אך שימוש בהנחות אחרות יכול להוביל לתוצאה שונה לחלוטין – לפיה קיימת רק תרבות אחת מתקדמת בגלקסיה. התרבות שלנו. קורצוויל, אשר מבסס את חזונו על התפשטות טכנולוגית בקצב אקספוננציאלי, מעריך כי מרגע שתרבות אינטליגנטית כלשהי מתפשטת אל מחוץ לכוכב הלכת שעליו התפתחה, יעבור זמן קצר יחסית במונחים אסטרונומיים עד אשר היא תמלא את הגלקסיה. העובדה שאין אנו מוצאים ראיות כלשהן לתרבויות כאלה, מצביעה לדעתו על כך שאנו עומדים בראש המירוץ הטכנולוגי בגלקסיה. אם אכן אנו התרבות האינטליגנטית ביותר בגלקסיה, הרי שהגלקסיה שלנו תוכל לשמש כמקור בלתי נדלה למשאבים עבור צאצאי האנושות, יהיו אשר יהיו.

זה המקום לציין כי קורצוויל גם טוען כי האורגניזמים הביולוגיים אשר יצרו את הציוויליזציה יוחלפו בשלב כלשהו במכונות חושבות אשר יעלו בחוכמתן ובכל מובן שהוא על היצורים הביולוגיים שיצרו אותם. זו תהיה נקודת מפנה (שתתרחש לדעתו בשנת 2045), שאותה מכנה קורצוויל "הסינגולריות", שממנה ואילך אין לדעת מה יילד יום. באופן אישי אני חושש שזו עוד סיבה טובה כדי למהר ולצאת מכדור הארץ...

אין ספק שיש לפנינו עוד דרך ארוכה בטרם ניישב כוכבים אחרים. מערכת השמש כוללת רק מעט מאוד גופים שמימיים המתאימים בדוחק להתיישבות עתידית, ועדיין נדרשת התקדמות טכנולוגית משמעותית לפני שנוכל לאכלס אפילו בסיסים קטנים על הירח או על המאדים. היציאה אל מעבר למערכת השמש שלנו תתאפשר, אם בכלל, רק בעתיד הרחוק מאוד. אבל אם לא נחתור אל מטרה זו כבר עכשיו, באמונה ובנחישות, יתכן שנחמיץ את חלון ההזדמנויות הקטן שעומד לפנינו. ■

amnoncarmel@gmail.com

אמנון כרמל הוא איש הייטק המתעניין בנושאי מדע, פילוסופיה וטכנולוגיה. הוא כותב בלוג בנושאים אלה המופיע ב"בלוגיה" באתר תפוז

ירון עוז / דימויים: מתוך עבודתו של האמן גיא זגורסקי

"קיומם של ממדים הוא אפשרות תיאורטית הנובעת מהצורך לספק הסברים טובים ומושלמים יותר למציאות הפיזיקלית. אין עדיין שום עדויות ישירות לקיומם, ופיזיקאים מחפשים ניסויים מעשיים שיעידו, ולו בעקיפין, על הימצאותם. נושא זה מהווה כיום בסיס לדיון פילוסופי ומדעי רחב, שלצורך הבנתו כדאי להבין את דרך עבודתו של הפיזיקאי התיאורטי"

אודיסאה ביקום

לא מדובר במדע בדיוני. המשוואות המתמטיות של תורת העל־מיתרים מצביעות על אפשרות קיום של ממדים נוספים ועל מספר עצום של יקומים אפשריים. העולם שלנו הוא (אולי) רק אחת מבין אפשרויות קיום רבות. בציפייה לניסוי מדעי שיאושש או יפריך את תורת המיתרים, חוקרים הפיזיקאים את השלכותיה מרחיקות הלכת ועובדים בקלילות בין יקומים מרובי ממדים וחורים שחורים <<

גיא זגורסקי, "פלאסבו", 2007
גלריה זומר לאמנות עכשווית, תל אביב / צילום: אריאל ורהפטיג

"מי את?" שאל הזחל.
אליס השיבה בבישנות־מה "א–א – אני בקושי יודעת, אדוני, ברגע זה־לפחות אני יודעת מי הייתי כשקמתי הבוקר, אבל אני חושבת שהשתניתי כמה פעמים מאז".
("הרפתקות אליס בארץ הפלאות", לואיס קרול)

■ אנו חיים בעולם רב־ממדי. גם בלי להבין את משמעות המשפט הזה, אנו פועלים אינטואיטיבית על־פיו בחיי היומיום. נניח שהחלטנו הערב להזמין חברים טובים לראות את הסרט "בליפ". הרמנו טלפון וסיכמנו להיפגש ליד קופות בית־קולנוע, שנמצא במרכז העיר. כמה מספרים נדרשו לנו על מנת לקבוע פגישה זו?

ראשית, מיקום בית־הקולנוע. גם אם איננו עושים חישוב כזה בכל פגישה נתונה, יש לתאר את נקודת המפגש. כולנו יודעים שמיקום נקודה כלשהי מאופיין על־ידי שני מספרים: מיקום בקו אורך ומיקום בקו רוחב. אלא שבית־הקולנוע שלנו שוכן בקומה השלישית של דיזנגוף סנטר, וזה מחייב אותנו לנקוב במספר נוסף: גובה בית־הקולנוע. כך, באמצעות שלושה מספרים: רוחב, אורך וגובה, שהם בעצם שלושה ממדים, הגדרנו את מקום הפגישה המדויק.

האם עכשיו נוכל להיות רגועים ובטוחים שניפגש לפני תחילת הסרט עם ידידינו? התשובה, כמובן, שלילית. הגדרנו מיקום, אך לא הגדרנו זמן. רק אם נקבע מועד מדויק – שבע בערב – נוכל לקיים את המפגש. הניסיון היומיומי שלנו מבהיר, אם כך, שאנו חיים בעולם רב־ממדי ומספק לנו תשובה ברורה לשאלה כמה ממדים קיימים: אנו חיים ביקום בן ארבעה ממדים – **שלושה ממדי מרחב וממד זמן אחד.**

הסקרנות המדעית מתעוררת מיד: מדוע דווקא ארבעה? האם רק ארבעה? מה משמעות הדבר אם יתברר כי קיימים ממדים נוספים? ואם אכן יש יותר ממדים, מדוע הם אינם נתפסים בחושינו?

אין לסמוך על החושים

האם אנו יכולים לסמוך על הניסיון שלנו, על חושינו ועל האינטואיציות הברורות המכוונות לכך, שאנו חיים בעולם בן ארבעה ממדים? המדע המודרני הוכיח לא פעם, שאינטואיציה יכולה להיות שגויה. מדענים, וגם כאלה שאינם מדענים, יודעים שלא כל מה שנקלט בחושינו מדויק, שניסיון יכול להטעות, ושבמקרים רבים יש שוני מהותי בין המציאות האובייקטיבית לזו הנתפסת על־ידי החושים שלנו.

בתיכון למדנו את חוקי המכניקה הקלסית, שפותחה על־ידי אחד מגדולי המדענים בכל הזמנים – סר אייזיק ניוטון. הפיזיקה הניוטונית תואמת היטב את אינטואיציית היומיום. לדוגמה, אנחנו נוסעים ברכבת מתל־אביב לירושלים במהירות של 100 קילומטרים לשעה. על פנינו חולפת הרכבת בכיוון הנגדי, מירושלים לתל־אביב, במהירות זהה. באיזו מהירות (יחסית אלינו) נעה הרכבת הבאה מירושלים?

חוקי ניוטון, כמו גם האינטואיציה, יאמרו: אם שני גופים חולפים במהירות האחד מול השני, המהירות היחסית שלהם היא חיבור שתי המהירויות. בדוגמה שלנו המהירות היחסית היא 200 קילומטרים לשעה. אבל אם נחליף כעת את הרכבות בפוטונים (חלקיקי אור הנעים במהירות של 300 אלף קילומטרים לשנייה, שהיא מהירות האור) ונעשה את אותו חישוב, נראה שיש בעיה בתוצאה שהגענו אליה על־פי דוגמת הרכבות.

כמו הרכבות, הפוטונים שלנו נעים מתל־אביב לירושלים. בדרך הם פוגשים פוטונים הנעים אף הם במהירות האור מירושלים לתל־אביב. אם נסתמך על דוגמת הרכבות והאינטואיציה שלנו, נצטרך לקבוע שהפוטונים חולפים זה על פני זה במהירות כפולה ממהירות האור, ודבר זה, כולנו יודעים, אינו אפשרי. מהירות האור היא המהירות הגבוהה ביותר האפשרית, ולכן המהירות היחסית של שני הפוטונים שחלפו זה מול זה היא 300 אלף קילומטר לשנייה – מהירות האור, פעם אחת בלבד. חוק חיבור המהירויות, התואם את האינטואיציה המיידית שלנו, אינו נכון במהירויות גבוהות מאוד – מהירויות המתקרבות למהירות האור.

גאוניותם של גדולי המדענים התבטאה בכך, שהם הציעו תיאוריות הסותרות את האינטואיציות שלנו ומתעלות מעליהן. כך קופרניקוס, שבניגוד לתפיסה החושית שלנו קבע כי כדור הארץ מסתובב סביב השמש, וכך אלברט אינשטיין, שהצליח להתגבר על מגבלות "השכל הישר" וניסח בשנת 1905 את חוק חיבור המהירויות הנכון – זה הפועל גם במהירויות גבוהות כמו מהירות האור. תורתו נקראת תורת היחסות הפרטית.

דוגמה נוספת המנוגדת לאינטואיציה מספקת הנוסחה המפורסמת $E=mc^2$, המקשרת בין מסה m לאנרגיה E על־ידי מכפלה בריבוע מהירות האור, c. האם הנוסחה המפורסמת תואמת את האינטואיציה המיידית שלנו? נתבונן לרגע בדוגמה הבאה: החלטנו לנסוע ברכבת וקנינו כרטיס לנסיעה. מסת הכרטיס קטנה, כעשרה גרם בערך. כמה אנרגיה אגורה בכרטיס?

אם לשפוט על סמך תחושתנו – לא הרבה. אם נניח, למשל, שהיינו שורפים את הכרטיס, היינו מפיקים ממנו מעט חום. אבל חישוב מהיר על־פי נוסחת אינשטיין מראה, כי כמות האנרגיה האצורה בכרטיס עצומה, ויש בה כדי להסיע את הרכבת מסביב לכדור הארץ מספר פעמים. ואמנם, תהליכי הפקת האנרגיה על־ידי היתוך גרעיני כמו בשמש, או על־ידי ביקוע גרעיני כמו בכורים גרעיניים ופצצות אטום, מאמתים את הנוסחה, המנוגדת כל־כך לאינטואיציה שלנו.

אפשר לסמוך על ממד הזמן?

מעבר לניסוחם של חוקי המכניקה היחסותית, אינשטיין חולל שינוי מהפכני בהבנה של הממד הרביעי שלנו – הזמן. על מנת להבין את המהפכה שעשה, ניעזר שוב בדוגמה מהחיים. אנו יושבים בביתנו וקוראים את כתב העת "אודיסאה" במשך שעה אחת בדיוק. ברגע שהתחלנו לקרוא יצא מביתנו חבר לסיבוב על אופניו, שהסתיים ברגע

"תורת העל־מיתרים מנוסחת בשפה מתמטית, באמצעות משוואות מתמטיות. פתרונות שונים של המשוואות מתארים את אפשרות קיומם של יקומים שונים משלנו, עם מספר ממדים שונה, מבנה חלקיקים שונה ומערכת שונה של כוחות הפועלים ביניהם"

שסיימנו לקרוא. כמה זמן על־פי שעוננו הוא רכב על אופניו? התשובה ברורה: בדיוק שעה אחת.

נחליף כעת את החבר באסטרונאוט, וזה במקום לרכוב על אופניו טס בחללית הנעה במהירות של 299 אלף קילומטרים בשנייה. זוהי מהירות עצומה, הגבוהה פי למעלה מ־20 אלף ממהירות החלליות של סוכנות החלל האמריקאית, וכמובן שהיא (עדיין) איננה אפשרית כיום. ובכל זאת, אחד הכלים החשובים שמשמשים את אנשי המדע הוא הניסוי המחשבתי: גם אם לא ניתן לבצע את הניסוי בפועל, ניתן לדמיין את ביצועו. וכך נעשה.

לאחר שעה על־פי שעוננו חזר האסטרונאוט. כמה זמן באמת הוא טס בחללית? חישוב על־פי תורת היחסות מראה כי על־פי שעונו, האסטרונאוט טס בחלל כחמש דקות בלבד. לשאלה כמה זמן עבר באמת, אין תשובה אחת: השעון שלנו מראה שעה אחת, ואילו השעון של האסטרונאוט מראה חמש דקות. הזמן, אם כן, הוא גודל יחסי ואינו מוחלט.

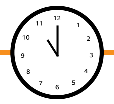
דוגמה זו היא הבסיס לפרדוקס התאומים המפורסם: משאירים אחד מזוג תאומים על כדור הארץ, ואילו את אחיו שולחים לטיסה בחללית הנעה במהירות הקרובה למהירות האור, נניח 299 אלף קילומטרים בשנייה. לאחר כשנה הוא חוזר לכדור הארץ ומגלה להפתעתו, שאחיו התאום התבגר ב־12 שנים. אכן, טענה המנוגדת לאינטואיציות המנחות אותנו ביומיום, אבל אף על פי כן היא נכונה ואף אוששה באמצעות ניסויים.

ניסוי אחד כזה הוא השוואה בין שני שעונים: אחד הושאר על קרקע כדור הארץ, והשני הוטס במטוס. מהירות המטוס, כ־1,000 קילומטר בשעה, אינה מאפשרת להגיע לפער זמן משמעותי בין השעונים. לאחר שעה אחת של טיסה ייווצר ביניהם הבדל הנמדד במספר ננו שניות – דהיינו, פחות ממיליארדית השנייה. ויש לזכור, מיליארדית שנייה היא החלק ה־0.000000001 (האחד מופיע בספרה התשיעית אחרי הנקודה) של השנייה.

זו הסיבה שמעולם לא הרגשנו צעירים יותר מבני משפחתנו שנשארו בארץ כאשר חזרנו מחו"ל. זו גם הסיבה שאיננו רואים שום הבדל בשעוני היד שלנו. אולם קיימים שעונים מדויקים מאוד, הנקראים שעונים אטומיים, שמבוססים על ידיעה מדויקת ביותר של תדרי אטום ומסוגלים למדוד הפרש זעיר של זמנים. בניסוי נעשה שימוש בשעונים כאלו, ואכן, כאשר השעון שהוטס נבדק עם חזרתו, נמצא כי הזמן שעבר על־פיו קטן מזה שנמדד בשעון אשר נותר על הקרקע. כך היא הפיזיקה ביקום שלנו, התאום שטס בחללית יהיה צעיר יותר מאחיו עם שובו ממסעו בחלל.

בין ממד אחד לעשרה ממדים

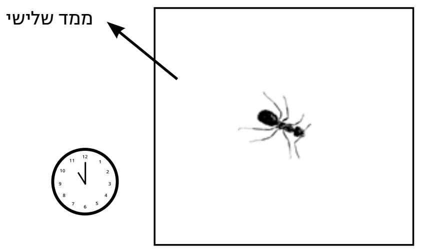
כעת, לאחר שהשתכנענו שיש להיזהר מלסמוך באופן בלעדי על האינטואיציה שלנו, נחזור לשאלה מהו מספר ממדי היקום. ראשית, ננסה לדמיין כיצד ייראו יקומים עם מספר שונה של ממדים. נתחיל עם דוגמה פשוטה: יקום עם ממד זמן אחד וללא ממדי מרחב.


איור מס' 1

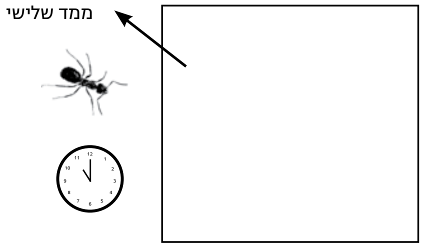
למה הדבר דומה? אתם יושבים כרגע על כיסא וקוראים את המאמר. נניח כי עד שתסיימו אותו, אינכם רשאים לזוז מהכיסא – אין לכם ממדי מרחב לנוע בהם. קיים רק השעון המודד את הזמן שחולף. נוסיף כעת ממד מרחב אחד. ביקום כזה, עם ממד מרחב אחד וממד זמן אחד, תוכלו לקום מהכיסא ולנוע רק לאורך קו ישר (איור מס' 1).

יקום עם שני ממדי מרחב וממד זמן אחד הוא קצת יותר מעניין. הנמלה (איור מס' 2א) חיה במרחב כזה. היא יכולה לנוע במישור של הדף, אבל אין לה אפשרות לנוע בממד המרחב השלישי, בכיוון היוצא מהדף. מבחינתה, ארבעת הקווים סביבה הם קירות בלתי עבירים. אם נעביר את הנמלה דרך ממד המרחב השלישי ונמקם אותה כמו באיור מס' 2ב, נבצע מנקודת מבטה מעשה קסמים.

>>

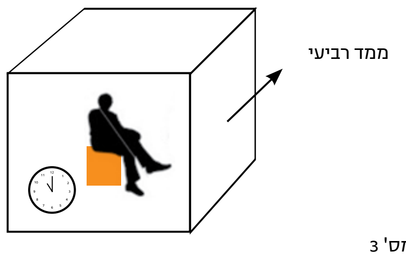


איור מס' 2א



איור מס' 2ב

כך נחוש גם אנחנו אם נצא דרך ממד מרחב רביעי מיקום בעל שלושה ממדי מרחב וממד זמן – היקום האינטואיטיבי שלנו. נתאר לנו שאנחנו יושבים כעת בחדר סגור כמו באיור מס' 3. אנחנו רואים שלושה ממדי מרחב. נניח כעת, שיצור כלשהו מצליח לשלוף אותנו מהחדר מבלי לפתוח אף דלת. מבחינתנו, זהו קסם: יצאנו מהחדר דרך ממד מרחבי שאינו ידוע לנו: ממד רביעי (או חמישי, אם סופרים את ממד הזמן).



איור מס' 3

האם קיומו אפשרי? אם כל־כך הרבה מדענים סקרנים מחפשים הוכחה לקיומם של ממדים נוספים, אולי יש לכך סיבה. ממה נובע הצורך המדעי לאתר ממדים נוספים? האם יש סיבה כלשהי שמצריכה קיום ממדים נוספים על אלו המוכרים לנו? האם אין היגיון מתמטי מספק בקיומם של ארבעה ממדים בלבד? כתשובה לשאלה נחזור למאורע החשוב ביותר מבחינתנו – היווצרות היקום שבו אנו חיים.

למיטב הבנתנו, היקום נוצר בהתפוצצות אדירה – המפץ הגדול – לפני למעלה מ־13 מיליארד שנים. כל החישובים שערכו אנשי המדע עד כה, לא הצליחו לתאר את נקודת ההתחלה, המכונה לעתים הנקודה הסינגולרית. כאשר מנסים להחיל את חוקי הפיזיקה והכלים המתמטיים הידועים לנו על נקודה זו, מתקבלים מספרים אינסופיים ותוצאות חסרות משמעות.

בנקודת ההתחלה לא התקיים מרחב ולא היה זמן. הם נוצרו במהלך ההתפשטות מנקודת ההתחלה. אם כן, מדוע "נפתחו" רק שלושה ממדי מרחב, כפי שהאינטואיציה שלנו מראה? לפחות מבחינה תיאורטית, יכולים היו להיפתח ממדים רבים נוספים. ייתכן שזה קרה ואנחנו לא מסוגלים לקלוט זאת?

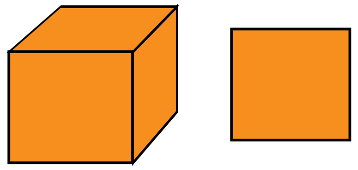
ואכן, מספר תיאוריות פיזיקליות שמנסות לתאר את העולם בצורה קוהרנטית, מנבאות את קיומם של ממדים נוספים. החשובה שבהן היא תורת העל־מיתרים: תיאוריה מודרנית שמיטב המוחות הפיזיקליים בעולם עובדים היום על פיתוחה. תורה זו – אשר טרם אוששה בניסוי – מציגה תמונה מהפכנית של העולם. החלקיקים היסודיים בטבע, על־פי התיאוריה, אינם חלקיקים נקודתיים, אלא הרמוניות של מיתר. יריעת היקום היא מארג של מיתרים (איור מס' 4). ביקום כזה קיים מספר רב של ממדים.

מה מספרם, גודלם וצורתם של הממדים הנוספים אשר תורת העל־מיתרים מנבאת? עד לפני כעשור הדעה המקובלת על המדענים שעסקו בחקר תורת העל־מיתרים הייתה, כי התורה מנבאת את קיומם של שישה

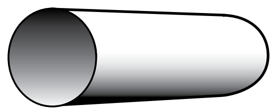
איור מס' 4

ממדי מרחב **בנוסף** לארבעת הממדים (של מרחב וזמן) הנקלטים בחושינו. כלומר, ליקום יש עשרה ממדים בסך־הכל – תשעה ממדים מרחביים וממד זמן אחד. מסקנה זו היא תוצאה של הדרישה, שהתיאוריה תגלה עקביות מתמטית.

המוח האנושי אינו מסוגל לדמיין יקום רב־ממדי. אחת הדרכים העקיפות לדמיין מרחב כזה היא על־ידי חתכים. למשל, נבחן קוביה בעלת שלושה ממדים – רוחב, אורך וגובה. אם נסתכל על דופן הקוביה נראה ריבוע. לעומת זאת, הדופן של קובייה ארבע־ממדית תהיה קוביה תלת־ממדית (איור מס' 5).

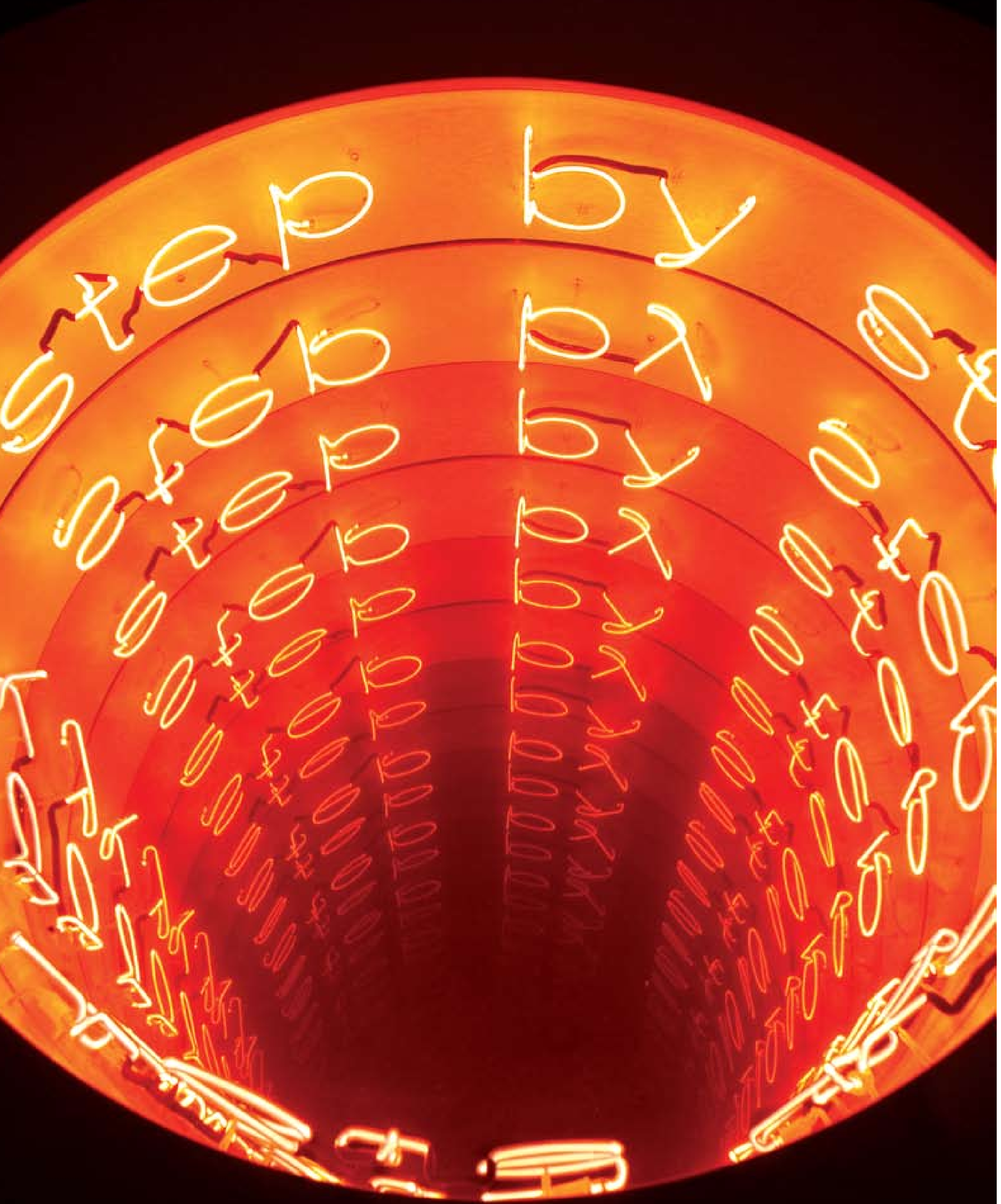

איור מס' 5

התחזית לגבי גודלם של ששת הממדים הנוספים הייתה, שאורכם הוא פלאנק (על שם המדען הגרמני מקס פלאנק) אחד, שהוא החלק ה־0.00...0001 (האחד מופיע בספרה ה־35 אחרי הנקודה) של מטר אחד. גודל זה הוא כל־כך זעיר, עד שאין ביכולתנו כיום, וכנראה גם לא בעתיד הנראה לעין, לפתח טכנולוגיה אשר תאפשר לבצע ניסוי על מנת לגלות אותו. אנשי המדע חיפשו, לכן, דרכים עקיפות לקבל מידע על ממדים קטנים כגון זה. הבנה טובה יותר של תורת העל־מיתרים והכללתה לתורת M הבהירה, כי הממדים הנוספים יכולים להיות הרבה יותר גדולים. עד כמה גדולים – נתאר בהמשך.


איור מס' 6א

איור מס' 6ב

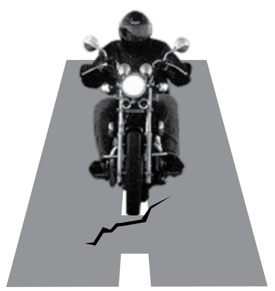
צורה פשוטה אפשרית של ממד זעיר היא מעגל. באיור מס' 6א אנו רואים גליל. לגליל יש שני ממדים: ממד אחד גדול בצורת קו ישר, וממד אחד קטן בצורת מעגל. במבט מקרוב אנו מזהים שני ממדים אלו. אבל אם נסתכל על הגליל ממרחק רב לא נראה את הממד הקטן, והגליל ייראה >>



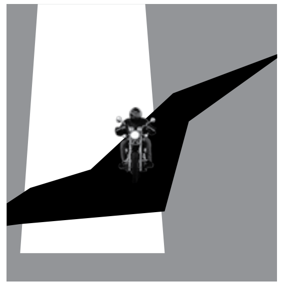
גיא זגורסקי, Step by Step, מראות, זכוכית, עץ, ניאון, 195 ס"מ קוטר, 37 ס"מ גובה, 2007. / צילום: אריאל ורהפטיג

>> לנו כקו חד־ממדי (איור מס' 6ב בעמוד קודם). תמונה זו ממחישה היטב את המצב: כל עוד לא נבצע ניסוי המסוגל "לראות" את הממדים הנוספים מקרוב – ובדוגמה שלנו להתקרב לגליל – נהיה בטוחים שממדים אלו אינם קיימים.

דוגמה נוספת מתוארת באיור מס' 7א: בכביש יש סדק המוביל לממד נוסף. כאשר אנו נוסעים על הכביש באופנוע שגלגליו גדולים מגודל הסדק, לא נרגיש בקיומו. אבל אם נקטין מאוד את האופנוע (כמו באיור מס' 7ב), ניפול לבסוף אל תוך הסדק – כלומר, אל תוך הממד הנוסף. המסקנה המתבקשת, אם כן, היא: **על מנת "לראות" את הממד הנוסף, עלינו לבנות ניסוי שבו גודל "אבן הבוחן" הוא כגודל הממד הנוסף.**



איור מס' 7א



איור מס' 7ב

נתאר כעת שני מודלים של ממדים נוספים, הנבדלים בסוג החלקיקים אשר יכולים להיכנס אליהם. במודל הראשון (איור מס' 8) נניח כי קיים ממד נוסף, שאליו יכול להיכנס רק הגרביטון, חלקיק המועבר בין גופים כשכוח המשיכה פועל ביניהם. חלקיק האור, הפוטון, אינו יכול להיכנס לממד הנוסף, כמו גם האלקטרון, הקווארק ושאר החלקיקים היסודיים המוכרים לנו.

אם אכן יש ליקום ממדים נוספים שאליהם הגרביטון יכול להיכנס, חוק הכבידה של ניוטון המוכר לנו ישתנה כאשר נבחן אותו במידות אורך הקטנות מגודל הממדים הנוספים. כלומר, אם נמצא במהלך ניסוי במידות אורך קטנות ביותר כי חוק הכבידה של ניוטון השתנה, אחד ההסברים האפשריים יהיה קיום ממדים נוספים. ניסוי כזה אכן התבצע, ונמצא שאין סטייה מחוק ניוטון במידת אורך העולה על 100 מיקרומטר. המסקנה היא: אם יש ממדים נוספים, עליהם להיות קטנים מ־100 מיקרומטר. הניסויים ממשיכים להתבצע, בתקווה לגלות ממדים קטנים יותר.

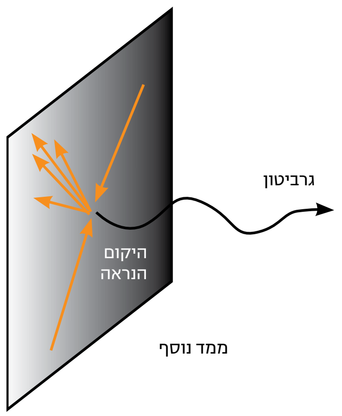
חוק הכבידה קובע כי כוח המשיכה הוא בפרופורציה הפוכה לריבוע המרחק בין גופים. כלומר, אם המרחק בין הירח לכדור הארץ יקטן פי־שניים, כוח המשיכה ביניהם יגדל פי־ארבעה. למה דווקא ריבוע המרחק ולא חזקה אחרת? הסיבה היא מספר ממדי היקום. ביקום של שלושה ממדי מרחב ריבוע המרחק יופיע בחוק הכבידה, אך ביקום עם N ממדי מרחב נקבל את החזקה $N-1$. כך, למשל, ביקום עם ארבעה ממדים מרחביים נגלה כי כוח המשיכה הוא בפרופורציה הפוכה לחזקה שלישית של המרחק בין הגופים. ביקום כזה, כשהמרחק בין הירח לכדור הארץ יקטן פי־שניים, כוח המשיכה ביניהם יגדל פי־שמונה.

המודל השני גורס כי גם הפוטונים יכולים להיכנס לממדים הנוספים. ממדים כאלה חייבים להיות זעירים ביותר – קטנים מ־0.0.....001 (האחד מופיע בספרה ה־19 אחרי הנקודה) מטר. גודל זה קטן פי 10,000 מגודל גרעין האטום. על מנת לגלות את חוקי הפיזיקה במידות אורך כה זעירות, בונים הפיזיקאים מנגשי חלקיקים שבהם אלומות חלקיקים מואצות למהירויות הקרובות למהירות האור ומתנגשות ביניהן בעוצמה.

אינטואיטיבית הדבר ברור: על מנת לגלות את המבנה הבסיסי של היקום, יש "לשבור" את החומר וכך לגלות את מרכיביו הזעירים ביותר. עם זאת, אנחנו עדים כאן לתכונה מאוד לא אינטואיטיבית של העולם הזעיר בו שולטים חוקי המכניקה הקוונטית. על־פי מכניקת הקוונטים, דווקא החלקיק בעל אורך הגל הקטן יותר הוא החלקיק האנרגטי יותר. לכן, בדיוק כמו בדוגמה של האופנוע והסדק בכביש, ככל שאורך הגל של החלקיק קטן יותר, הוא יוכל לבחון את חוקי הפיזיקה במידות אורך קטנות יותר ולגלות ממדים זעירים יותר.

במנגש החלקיקים הגדול LHC יתנגשו פרוטונים באנרגיה של עשרה ביליארד (אלף מיליארד) אלקטרון וולט. אלקטרון וולט הוא האנרגיה הניתנת לאלקטרון על־ידי סוללה של וולט אחד. אנרגיה כזו מאפשרת בחינה של חוקי הפיזיקה במידות אורך הקטנות פי 10,000 עד 100,000 מגודל גרעין האטום. זהו בהחלט הישג מרשים ביותר מבחינה טכנולוגית ומדעית, ויהיה בו כדי לאפשר את גילויים של ממדים נוספים, אם זה אכן גודלם.

הפיזיקאים פיתחו שיטות מתוחכמות כדי לברר, אם המידע שיתקבל ממנגש החלקיקים LHC עשוי להעיד על קיומם של ממדים נוספים. אחת הדרכים הפשוטות להגיע להבנה כזאת היא גילוי הפרה של חוק שימור האנרגיה בניסוי. על־פי החוק, האנרגיה של אלומות הפרוטונים המתנגשות במנגש צריכה להיות שווה לסך כל האנרגיה של החלקיקים אשר נוצרו בהתנגשות. לא ייתכנו איבוד או תוספת אנרגיה כתוצאה מההתנגשות. אבל אם חלקיקים מסוימים יעברו לממדים חדשים, האנרגיה של חלקיקים אלו תחסר לנו במאזן האנרגיה ותצביע על אפשרות קיומם של הממדים הנוספים.



איור מס' 8

הפחד מחורים שחורים

אמצעי התקשורת דיווחו בהרחבה כי במנגש החלקיקים LHC ייווצרו חורים שחורים זעירים, שעלולים לסכן את קיומנו או, בלשון עממית, "לבלוע אותנו". במקומות אחדים בעולם אף הוגשו עתירות לבתי־המשפט על מנת למנוע את הפעלתו של המנגש לנוכח האסון הפוטנציאלי. מהי האמת וכיצד קשור העניין לשאלת קיומם וגודלם של ממדים נוספים?

חורים שחורים הם גופים בהם צפיפות החומר עצומה; כזו שתתקבל אם נדחוס את כדור הארץ לגודל אפון. אם גוף יתקרב לחור שחור הוא יילכד בכוח משיכה עצום, שלא יאפשר לו לחזור חזרה. אפילו האור אינו יכול לברוח מכוח המשיכה של הגוף הדחוס הזה, ומכאן גם נובע שמו – חור שחור. חורים שחורים ענקיים, שמסתם גדולה פי־מיליון ממסת השמש, קיימים ביקום וגם במרכז הגלקסיה שלנו.

אם אכן יש ממדים נוספים, חורים שחורים אמורים להיווצר גם במנגש החלקיקים. אלו יהיו חורים שחורים זעירים ביותר, דומים לחלקיקים הקטנים פי למעלה מ־10,000 מגרעין האטום. בניגוד לחורים השחורים הגדולים, החורים השחורים הזעירים הללו יתפרקו תוך זמן קצר ביותר, הרבה לפני שיספיקו למשוך אליהם ולו גם חלקיק אחד. אסון, אם כן, לא יקרה עקב היווצרות חורים שחורים זעירים אלו, אבל יקשה עלינו לתאר את ההתרגשות שתאחז בעולם המדעי, אם אכן נזהה את הופעתם.

מרב־ממדים לרב־יקומים

באופן כללי, אפשר לומר שהמדע מתקדם בשתי דרכים. הראשונה – מגיעות תוצאות ניסיוניות שצריך להסבירן. למשל, התפוח נופל מהעץ כלפי מטה ולא כלפי מעלה. ההסבר שנתן לכך ניוטון הוא קיום כוח משיכה כבידתי של כדור הארץ. השנייה – קיימת תיאוריה, ויש לבצע ניסוי על מנת לאשש או להפריך אותה. דוגמה לכך היא תורת היחסות הכללית של אינשטיין, אשר אוששה בניסוי שערך האסטרונום ארתור אדינגטון.

הממדים הנוספים משתייכים לקטגוריה השנייה. קיומם הוא אפשרות תיאורטית, הנובעת מהצורך לספק הסברים טובים ומושלמים יותר למציאות הפיזיקלית. אין עדיין שום עדויות ישירות לקיומם, ופיזיקאים מחפשים ניסויים מעשיים שיעידו, ולו בעקיפין, על הימצאותם. נושא זה מהווה כיום בסיס לדיון פילוסופי ומדעי רחב, שלצורך הבנתו כדאי להבין את דרך עבודתו של הפיזיקאי התיאורטי.

הפיזיקאי מנסח את התיאוריה המדעית בשפה מתמטית, באמצעות משוואות שפתרונן אמור לתאר את היקום. למשל, משוואות הכבידה של אינשטיין מהוות את הניסוח המתמטי של תורת היחסות הכללית. למשוואות של אינשטיין יש פתרונות אפשריים רבים. למשל, פתרון המתאר חורים שחורים או פתרון המתאר יקום מתפשט. באופן מתמטי תיאורטי, הפתרונות נמצאו לפני שהתגלו החורים השחורים ביקום ולפני שהובן כי היקום מתפשט והגלקסיות "בורחות" זו מזו.

אולם לא כל הפתרונות המתמטיים במשוואות הופכים לפתרונות פיזיקליים במציאות – כלומר, מתממשים בטבע. כך, למשל, לא נמצאו חורים שחורים עם מסה שלילית (שהם אפשריים על־פי המשוואות המתמטיות של אינשטיין). כאשר הפתרון הוא בעל עקביות מתמטית נצפה למימושו בטבע, אחרת נחפש הסבר לאי־הימצאותו. דוגמה נפלאה לכך היא המשוואה לתיאור האלקטרון, אשר נוסחה על־ידי הפיזיקאי הבריטי פול דירק.

למשוואה שני פתרונות. האחד מתאר אלקטרון, והשני מתאר חלקיק דמיוני הזהה לאלקטרון, אך בעל מטען חשמלי הפוך. הפתרון השני, שניבא אפשרות קיום של חלקיק שכזה, הניע פיזיקאים לחפש אותו. החלקיק התגלה, וזהו האנטי־אלקטרון, הידוע יותר בשמו פוזיטרון, שמהווה דוגמה לאנטי־חומר.

תורת העל־מיתרים מנוסחת בשפה מתמטית, באמצעות משוואות מתמטיות. פתרונות שונים של המשוואות מתארים את אפשרות קיומם של יקומים שונים משלנו, עם מספר ממדים שונה, מבנה חלקיקים שונה ומערכת שונה של כוחות הפועלים ביניהם.

האם כל הפתרונות המתמטיים הללו הם גם פיזיקליים? אם כן, מדוע הם אינם ממומשים? גם לאחר שנפסול את הפתרונות שאינם עקביים מבחינה מתמטית, עדיין נותר מספר עצום של פתרונות עקביים – מספר הגדול ממספר האטומים ביקום שלנו. בינתיים, איננו יכולים לזהות את התגשמותם הפיזית של פתרונות אלו – כלומר, את הימצאותם של יקומים אפשריים אלו.

קיימות שתי אפשרויות להסביר זאת. האחת היא, שאין כרגע ברשותנו אלא אוסף חלקי של משוואות מתמטיות רלוונטיות, וכאשר נגלה את כולן – יתברר כי הפתרון **היחיד העקבי מבחינה מתמטית הוא** היקום שלנו. האפשרות השנייה היא, שגם לאוסף המשוואות המלא יש מספר רב של פתרונות עקביים, ונשאלת השאלה, היכן הם ממומשים בפועל.

על־פי אפשרות זו קיים מספר רב מאוד של יקומים, והיקום שלנו הוא רק אפשרות אחת מתוך אינספור אפשרויות המתקיימות במקום כלשהו. האם נוכל אי־פעם לוודא זאת בניסוי? לשאלה הזו אין בינתיים תשובה. ■

yaronoz@post.tau.ac.il

רפי פרץ

לראות את הכל

הרהורים על נקודת תצפית

רפי פרץ, "באוהאוס", אקריליק, 120X120 ס"מ, אוסף פרטי

■ מיהו זה שמרחף מעל המרפסת בציורו של רפי פרץ? מיהו זה שרואה משם את הכל? הצייר לא ישב בכדור פורח כשצייר את הציור. לא גופו הוא שריחף, אלא דמיונו. אבל לא מדובר במסע של דמיון פרוע, שכן התמונה מבוססת על ניסיונו של האמן. על בסיס ניסיונו ועל בסיס מה שראה כאן למטה, הוא משער שכך נראית מרפסת הבאוהאוס ממעוף הציפור, ואת השערתו הוא מבטא בציור.

חוקי הטבע כובלים ומגבילים את גופנו, ואילו חושינו תופסים רק תחום מצומצם של תופעות, אבל דמיוננו חופשי לרחף בגבהים ולפתח תיאוריות והשערות בדבר תופעות ועולמות רחוקים, זרים ומוזרים. בדמיוננו אנו יכולים להגביה עוף הרחק מעל לבניינים התל־אביביים של פרץ ולצייר מן החלל את מערכת השמש ואת שביל החלב; הקוסמולוגיה מציעה לנו להגביה עוף עוד יותר ולצייר את התמונה הגדולה מכולן, זו של היקום כולו. תורת החלקיקים, לעומת זאת, מזמינה אותנו להנמיך עוף ולצייר את המרכיבים האלמנטריים של החומר. אנחנו יכולים גם לנטוש כליל את הדימויים הפיגורטיביים, לזקק מהם מושגים מופשטים, ועל בסיסם להציע תמונות עולם נוגדות אינטואיציה, כמו אלה שמציעות תורת היחסות ותורת הקוונטים. אולם הראיות האמפיריות לכל התיאוריות הללו באות מהתבוננות באובייקטים רגילים ואינטואיטיביים, הנמצאים סביבנו ונקלטים בחושינו: מחוגים, תמונות, מסכי מחשב וכדומה. הגשר בין התצפיות לבין התיאוריה דורש מאמץ עצום של השכל ושל הדמיון – כמו המאמץ הנדרש מהצייר, המצייר מרפסת שאותה מעולם לא ראה מלמעלה.

ואולם, עד כמה שנגביה עוף בעזרת דמיוננו, לעולם לא נוכל **לראות את הכל**, מפני שאיננו יכולים לצאת מעצמנו ולהשתחרר מנקודת מבטנו וממושגינו. עובדה זו מטילה על דמיוננו שתי מגבלות חשובות.

מגבלה אחת על דמיוננו נקבעת על־ידי **נקודת מבטנו**: אנחנו חלק מהיקום ומתבוננים בו מבפנים. כשאנו מתבוננים בציור של פרץ, אנו מציבים את עצמנו בנקודת מבטו הדמיונית של האמן ומצטרפים לריחופו. נקודת מבטו של הצייר היא חלק בלתי נפרד מהתמונה, ודרכה הצייר תמיד נוכח בציור. **אי־אפשר להתבונן בדברים "משום מקום": לא באמנות ולא במדע.** דוגמה לשגיאה רווחת, שהיא תוצאה של התעלמות ממגבלה זו, היא השאלה: "מה היה לפני המפץ הגדול והיכן הוא התרחש?" שאלה זו מניחה, שאנו יכולים להתבונן – בכוח דמיוננו – ביקום כולו, מנקודת מבט שנמצאת בזמן ובמקום שהם מחוץ ליקום, ולשאול שאלות על אודות הזמן ומקום בריאתו. הקוסמולוגיה המודרנית אינה עושה שגיאה זו: היא מודעת לכך שאנחנו חלק מהיקום, ושהזמן והמרחב שלנו נבראו יחד איתו. מנקודת המבט שלנו, מתוך היקום, אין משמעות לשאלה, מה היה לפני המפץ הגדול והיכן הוא התרחש, מפני שהזמן והמרחב, כפי שאנחנו מכירים אותם, נוצרו בו.

מגבלה שנייה על דמיוננו היא **מושגינו**. התיאוריות שלנו מבוססות על מושגים שגיבשנו בעזרת חושינו, שכלנו ודמיוננו, מושגים שאותם למדנו מחברים ומעמיתים, ואשר הם חלק מהתרבות שבה אנו חיים ופועלים. היו שסברו (כמו הפילוסוף עמנואל קאנט) שאוסף המושגים שלנו קבוע, אך עד כה הצלחנו להתקדם ולהשתחרר מכל מושג שהוצע כמגביל אותנו. מושגינו התרחבו והשתכללו, ומאחר שאנו לא מכירים שום מגבלה שתעצור התפתחות זו, אנו חשים שאין גבול לדמיוננו. כשאנו מתבוננים בציור של פרץ אנו מזהים את מושגיו – אך יודעים שהוא יכול היה לצייר את המרפסת גם אחרת; וכשאנו מתבוננים בתיאוריות המדעיות על היקום – אנו מזהים את המושגים שנמצאים בתשתית שלהן, אך יודעים שאפשר גם אחרת. איך בדיוק? ימים יגידו. ■

אורלי שנקר

orly.shenker@gmail.com
ד"ר אורלי שנקר, חוקרת ומלמדת פילוסופיה של המדע, של הפיזיקה ושל המוסר.
היא חברת הוועדה המייעצת של כתב העת "אודיסאה"

ריחוף, זוהי התחושה שמעניקה התבוננות בציור של רפי פרץ. תחושה של קלילות, של חופש, תחושה שהכל פתוח. העבודה "באוהאוס" היא חלק מסדרה של סצינות תל־אביביות, המתארות חיי יומיום אידיליים של משפחות חד־מיניות. הנופים שפרץ מתאר אופייניים לתל־אביב, אולם הסצינות שהוא בוחר להעמיד בנופים אלה הן סמל לאידיאלים של אושר ושל חופש. נקודת המבט המרחפת, הנאיביות של הפרספקטיבה והצבעוניות העזה והעליזה שבה משולבים צבעי הגאווה - כל אלה הם חלק מהסמליות של הסצינה; ואילו מיקומה של הסצינה בנוף אמיתי, הוא שהופך סמל זה לביטוי של תקווה מציאותית

עדנה אולמן–מרגלית / צילום: חן אדמון

"כמו בכל תחום מדעי, תגלית ארכיאולוגית מחייבת תיאוריה ופרשנות. ממצא ארכיאולוגי, חד ככל שיהיה, אינו 'מדבר בעד עצמו'. גם כשמדובר בטקסטים, חייבים החוקרים למקם את הטקסט בהקשר תרבותי, חברתי והיסטורי בעל משמעות. אף היום, אחרי יותר משישה עשורים של מחקר אינטנסיבי, ולאחר שהמפעל האדיר – ועתיר השערוריות – של פרסום כל הטקסטים הושלם, נותרו רבות מן השאלות הסובבות את המגילות בגדר חידות בלתי פתורות והתיאוריות שהוצעו לפתרונן שנויות במחלוקת"

תעלומות המגילות הגנוזות

למרות שהמילה איסיים לא הוזכרה כלל במגילות שהתגלו במדבר יהודה ולמרות שלא הוכח הקשר בין חורבות קומראן למגילות, קיבל העולם בהתלהבות את הפרשנות הראשונה והחד־משמעית שנתנו החוקרים לסיפור המגילות. פילוסופית המדע עדנה אולמן־מרגלית מנסה להסביר איך השתלטה (בקלות, במהירות ובאלגנטיות) תיאוריה "סקסית" אחת על התגלית המסעירה ומעוררת המחלוקת של מגילות מדבר יהודה

צילום: חן אדמון

■ תגליות ארכיאולוגיות גדולות יוצרות מיתוסים מפוארים וחשיפת מגילות קומראן במדבר יהודה היתה תגלית דרמטית במיוחד. חלפו יותר משישים שנה מאז הגילוי והסערה סביב המגילות נמשכת ולעיתים אף גוברת.

ההתרגשות אינה אקדמית בלבד. בסיפור המגילות מעורבים רגשות, אינטרסים, שיקולים דתיים ורמזים מיסטיים. כמו בסיפור "קללת הפרעונים" המפורסם גם גורלם של אחדים מחלוצי מחקר המגילות הגנוזות היה מר – כמה מהם סיימו את חייהם כאלכוהוליסטים ואחרים אושפזו בבתי חולים פסיכיאטריים. התפתחויות של החודשים האחרונים כוללות חילופי האשמות בין חוקרי מגילות בני זמננו, שעשויות להוביל למשפט פלילי מתוקשר בארה"ב. מחקר המגילות הגנוזות ממדבר יהודה מהווה תחום לימוד מסעיר ודרמטי, שילוב יוצא דופן של למדנות מבריקה עם רעיונות מופרכים, של קנוניות, סקנדלים, יצרים ומזימות. שילוב רב־עוצמה זה לוכד ברשתו את החוקרים, התקשורת והציבור הרחב כאחד.

קשה להפריז בגובה הציפיות שנוצרו עם הגילוי. חשיפת המגילות הוכתרה על־ידי רבים כַּתגלית הארכיאולוגית המרעישה ביותר של המאה ה־20. בפעם הראשונה נחשפו עדויות המאפשרות להאיר באור חדש וישיר את אחת התקופות ההיסטוריות החשובות ביותר בתולדות התרבות המערבית – המאה שבה נולדה הנצרות והתחולל המרד היהודי שהסתיים בכיבוש רומאי של ירושלים ובחורבן בית המקדש. מדובר בתקופה שעיצבה את שתי התנועות הדתיות המרכזיות בתרבות המערב: הנצרות והיהדות הרבנית־הנורמטיבית.

יגאל ידין מתאר זאת כך: "גילוי הגווילים הכבירים הכה בגלי הלם את עולם חוקרי המקרא וההיסטוריה ... היה זה כאילו טלסקופ־זמן פלאי מיקד לפתע את עדשתו וחדר דרך מסך שנות אלפיים כדי להאיר בתקריב דרמטי את האירועים בארץ הקודש במאות השנים האחרונות לעצמאות היהודית והראשונות להולדת הנצרות"

התגלית

באביב 1947 גילה באקראי הרועה הבדואי מוחמד א־דיב משבט תעמרה גווילים עתיקים טמונים בכדים במערה במדבר יהודה, סמוך לחירבת קומראן שלחופו הצפון־מערבי של ים המלח. מספרים כי אחת העיזים נלכדה במערה, ובניסיון החילוץ גילה א־דיב את המגילה הראשונה. גילוי זה הוביל ל"בהלה למגילות" של בדואים וארכיאולוגים כאחד. עד לשנת 1956 התגלו מגילות בעשר מערות נוספות: אחדות מהן נשתמרו כמעט שלמות ובאורך מלא (כשישה־שבעה מטרים) ולצידן עשרות־אלפי פיסות וקטעים נוספים. רוב הטקסטים היו כתובים בדיו, על צידן השעיר של יריעות עוד דקיקות. למרות שרבות מהן השתמרו להפליא בתנאי היובש המדבריים, עדיין מדובר בשונות רבה בדרגת השימור ובאורכם של הקטעים.

כיום אנו יודעים שמכלול הקטעים שנמצאו מייצג למעלה מ־920 ספרים המשתייכים לכ־300 חיבורים שונים, שרבים מהם נשמרו במספר עותקים. כ־200 טקסטים מתוך המכלול הם חיבורים תנ"כיים, המקדמים

>>

"ראויה לציון המהירות שבה התנסחה והתקבלה התיאוריה המרכזית. לפי הגרסה המיתולוגית המקובלת, חלפו רק שעות ספורות מרגע שקיבל הארכיאולוג אליעזר ליפא סוקניק את הגווילים הראשונים לידיו, עד שניסח את עקרונות התיאוריה המרכזית. זה קרה באישון לילה, בכ"ט בנובמבר 1947, ליל ההצבעה באו"ם על אישור תוכנית חלוקת ארץ ישראל"

>> באלף שנה לפחות את כתב־היד המקראי העברי הקדום ביותר שהיה ידוע עד לגילוי המגילות. הטקסטים האחרים אינם מקראיים. רובם המכריע כתוב בעברית, והשאר בארמית וביוונית; רוב החיבורים הלא־מקראיים לא היו מוכרים לפני גילוי המגילות.

במערה 1 נמצאו שבע מגילות מפורסמות: ספר ישעיהו (בשתי מגילות), מגילה חיצונית לספר בראשית, "סרך היחד", מגילת המלחמה ("מלחמת בני אור בבני חושך"), "פשר חבקוק" ומגילת ההודיות. רצה הגורל שמגילות אלה מייצגות בהרכבן את המכלול כולו, דהיינו שילוב של חיבורים תנ"כיים מזה ושל חיבורים משני סוגים נוספים מזה: האחד, טקסטים שנהוג לכנותם ספרים חיצוניים, והשני חיבורים עלומים ובלתי ידועים שזוהו מלכתחילה כבעלי **אופי כיתתי**. אחדות מן המגילות החשובות ביותר מהסוג האחרון היו דווקא אלה שנתגלו במערה 1, ושזכו לפיכך להיות הראשונות שהתפענחו והתפרסמו; אלה גם בין המגילות הארוכות והשמורות ביותר שבאוסף כולו.

תוכנן של מגילות אלה חושף תמונה של עדה רדיקלית, קנאית ומתבודדת, אשר תויגה באופן מיידי כבעלת מאפיינים כיתתיים. כך למשל, מגילת **סרך היחד** מכילה תיאורים מפורטים של טקסי הקבלה לעדה, של חיי השיתוף שלה, של הסעודות המשותפות וטבילות ההיטהרות התכופות, של קוד העונשין שהנהיגה למקרים של הפרת כללים ועבירות משמעת, וכללים רבים נוספים. ב**מגילת המלחמה** מפורטות הוראות למלחמת קץ הימים, שתימשך ארבעים שנה ואשר בה יילחמו אנשי העדה, שהם "בני האור", באויביהם "בני החושך". החיבור מתאר את הציוד הצבאי, מבנה הגייסות, תוכניות הקרב וחוקי הלחימה, ומפרט את תפילות המלחמה שנערכות על־ידי "כהן הראש".

חיבור נוסף שנמצא במערה 1, **פשר חבקוק**, הוא דוגמה ראשונה לסוגה ספרותית שלא היתה מוכרת עד לגילוי המגילות. הפשר פותח בציטוט מדויק של פסוקים מהתנ"ך ובהמשך, בניסיון להראות כיצד התגשמו דברי הנבואה המקראיים, הוא מפרש־דורש את הטקסט המצוטט תוך שהוא קושר אותו למציאות ההיסטורית בת זמנו של מחבר הפשר, וכן לעיקרי האמונה ולתפיסת העולם של בני העדה. כפי שמתבטא אחד מחוקרי המגילות הידועים, הישועי ג'וזף פיצמאייר, "**מדובר אפוא בחיבור כיתתי מובהק, שלא היה נפוץ אף בקרב חוגים יהודיים שמחוץ לעדה זו. הפשר נכתב מתוך שכנוע שדבריו של הנביא הקדום מתייחסים לא רק לזמנו שלו, אלא לחייה של העדה הזאת.**"

בעולם הנוצרי רגשו הרוחות. הטקסטים עשויים היו להעיד על נקודות ההשקה הרגישות שבין קהילת כותבי המגילות לבין הנוצרים הראשונים ועל התקופה בה התפצלה הנצרות מהיהדות. בעולם היהודי, לעומת זאת, ניעורו ציפיות שנגעו לפוטנציאל הגלום במגילות – בעיקר בשל הסיכוי למלא חלק מ"החור השחור" בן מאות השנים שנפער במקורות הכתובים עברית למן ספרי המקרא האחרונים ועד לספרים החיצוניים ולספרות המשנה והתלמוד.

בנוסף, נפתח פתח מרתק להשוואת הנוסחים הקנוניים הקדומים ביותר שהיו ידועים עד כה של התנ"ך עם כתבי־יד מקראיים עתיקים מהם במאות רבות של שנים, ואף להתבוננות בלתי אמצעית בשלבים המוקדמים ביותר של התפתחות ההלכה היהודית ובמחלוקות הפנים־יהודיות בתוכה, שנטו להיות מושתקות במהלך השנים.

כמו בכל תחום מדעי, תגלית ארכיאולוגית מחייבת תיאוריה ופרשנות. ממצא ארכיאולוגי, חד ככל שיהיה, אינו "מדבר בעד עצמו". גם כשמדובר בטקסטים, חייבים החוקרים למקם את הטקסט בהקשר תרבותי, חברתי והיסטורי בעל משמעות. אף היום, אחרי יותר משישה עשורים של מחקר אינטנסיבי, ולאחר שהמפעל האדיר – ועתיר השערוריות – של פרסום כל הטקסטים הושלם, נותרו רבות מן השאלות הסובבות את המגילות בגדר חידות בלתי פתורות והתיאוריות שהוצעו לפתרונן שנויות במחלוקת.

מי חיבר את המגילות? האם וכיצד קשורות המגילות לאתר קומראן שנחשף סמוך למערות? מהו אתר קומראן ומי בדיוק התגוררו שם? לאיזו כת היו שייכים כותבי המגילות (או חלקם)? אלה רק מקצת מסדרת השאלות הנוגעות גם במקבץ של רעיונות מופשטים – טוהרה, עוני, משיחיות, אחרית הימים, גזרה קדומה – שהיתה להם השפעה מרחיקת לכת על הנוצרים הראשונים, ולפיכך הם בעלי משמעות תרבותית אדירה להיסטוריה של התרבות המערבית. התשובות לשאלות חשובות אלה דורשות תיאוריה מקיפה על סיפור המגילות ואופיין. במאמר זה אני מתייחסת לתיאוריה המובילה בפרשנות סיפור המגילות ולדרכי התקבלותה בעולם המחקר.

מערות קומראן / צילום: אפי שוויזר – ויקישיתוף

התזה המובילה: התיאוריה הקומראנית־איסיית

כאן מתבקשת הערה אישית. אינני ארכיאולוגית ואינני חוקרת מגילות. כמו רבים, מצאתי את עצמי נמשכת כבחבלי קסם אל סיפור המגילות ותעלומותיהן. ככל ששיקעתי את עצמי בנושא, כך גבר העניין שלי בפרטיו והשתכנעתי שאין הצדקה לכך שסיפור המגילות ישתייך, באופן בלעדי, ל"קומראנולוגים" המקצועיים. לכל אזרחיה של רפובליקת התרבות המערבית יש עניין מוצדק בסאגה המתמשכת של מחקר המגילות על שלל ממצאיו – לא כל שכן למי ששפתה עברית ומקום מגוריה הוא כמטחווי קשת ממקום משכנן של המגילות בהיכל הספר שבירושלים, ובמרחק כחצי שעה נסיעה מאתר קומראן שבים המלח.

מעמדי במחקר הזה הוא כמי שבאה מתחום הפילוסופיה והוכשרה, בין היתר, בלוגיקה ובפילוסופיה של המדע. הנושא שלי איננו המגילות עצמן, אלא **מחקר המגילות**. ענייני הוא "מְסֵדֶר שני" – מחקר שעוסק במחקר המגילות. הלוגיקה הפנימית של מחקר המגילות היא שמעניינת אותי: הדרך שבה מתקבלת תיאוריה מדעית, הדרך שבה מוצדקת תיאוריה כזו, הוויכוח בין אסכולות מחקר, סוג הראיות שמנסות לבסס כל תיאוריה, והדרך שבה מושגת הכרעה בוויכוח – שאלות של אישוש והפרכה של היפותזות מנוגדות. סיפור מגילות מדבר יהודה הוא מקרה בוחן נפלא בהקשרים אלה.

התיאוריה המרכזית השלטת במחקר המגילות הגנוזות מימיו הראשונים, והנוגעת למוצאן העלום של המגילות, ידועה **כהיפותזה הקומראנית־איסיית**. היפותזה זו קושרת קשר הדוק בין שלושת קודקודי המשולש מגילות־איסיים־קומראן. התיאוריה מבוססת על שתי קביעות פשוטות אך מכריעות: 1. **המגילות שהתגלו ב־11 המערות שבאזור ים המלח היו שייכות לבני עדת האיסיים. 2. מרכז החיים האיסיי היה באתר חירבת קומראן הסמוך, אשר תפקד כמרכז קהילתי־דתי.**

ראויה לציון המהירות שבה התנסחה והתקבלה התיאוריה המרכזית. לפי הגרסה המיתולוגית המקובלת, חלפו רק שעות ספורות מרגע שקיבל הארכיאולוג אליעזר ליפא סוקניק את הגווילים הראשונים לידיו עד שניסח את עקרונות התיאוריה המרכזית. זה קרה באישון לילה, בכ"ט בנובמבר 1947, ליל ההצבעה באו"ם על אישור תוכנית חלוקת ארץ ישראל.

הגווילים שהובאו לביתו היוו מדגם מוצלח של ארבע מתוך שבע המגילות הראשונות שנמצאו במערה 1. מייד כשקרא לראשונה מספר פסקאות מהמגילה הראשונה, שלימים תיקרא "**סרך היחד**", העלה >>

קטע מתוך מגילה / תמונה: ויקישיתוף

סוקניק את ההשערה המזהה את מחברי המגילה עם כת האיסיים. השערה זו התפשטה חיש קל והתקבלה מייד וללא עוררין כהשערה מוסמכת, אשר חלה למעשה גם על שאר המגילות שנתגלו במערה 1.

כך נתקבע גרעינה הקשה של ההיפותזה הקומראנית־איסיית השלטת בחקר המגילות עד היום. המיידיות של האבחנה, כמו גם הקלות בה התקבלה, ראויות לציון במיוחד בהתחשב בעובדה שהתווית "איסיים" אינה מוזכרת ולו פעם אחת במגילת **סרך היחד** או במגילה אחרת כלשהי שבאוסף.

סוקניק, אביו של המצביא, המדינאי והארכיאולוג יגאל ידין, היה ללא ספק מומחה בתחומו ואוטוריטה ארכיאולוגית ראשונה במעלה, מה שעדיין אינו מסביר לחלוטין את המהירות שבה התקבלה התיאוריה על דעת הכל. ההסבר שהציע תאם ככל הנראה מערך שלם ורחב של אינטרסים, אמונות, רגשות וציפיות, שאִפשר קונסנזוס עולמי בקבלת התיאוריה.

איזה סיפור היסטורי מציעה לנו התיאוריה המרכזית? בשזירתה את שלושת היסודות המרכזיים – המגילות שהתגלו במערות, היישוב הקרוב קומראן וכת האיסיים – פורשת התיאוריה הקומראנית־איסיית תמונה של כת קנאית החיה באתר הנידח והצחיח של קומראן לחופי ים המלח.

קבוצה דתית־קנאית־נזירית זו חיה משך כ־150 שנה במדבר יהודה, בתקופה האחרונה של ימי בית שני. בשנים אלה חיו גם ישו הנוצרי ויוחנן המטביל. לפי התיאוריה, מדובר בכת היהודית הידועה בכינוייה "האיסיים", אשר גם שמה וגם מאפייניה מוכרים לנו אך ורק משלושה חיבורים לא־עבריים מן המאה הראשונה לספירה: מההיסטוריון היהודי יוסף בן מתתיהו (הוא פלביוס יוספוס) ומפִילוֹן האלכסנדרוני שכתבו יוונית, וכן מהמקור בלטינית של פליניוס הזקן.

התיאוריה המרכזית קובעת כי חברי עדת האיסיים הם־הם בעליהם של המגילות הגנוזות מים המלח. הם אלה אשר חיברו את הכתבים, ובישובם בקומראן העתיקו אותם ואף הצפינו אותם במערות הסמוכות, כנראה תחת אימת הרומאים המתקרבים, ערב המרד הגדול.

שאלת זיהוי מחברי המגילות היא שאלת מפתח. באופן אידיאלי, לזהות מחבר פירושו לנקוב בזהותו ובשמו. במקרה של מגילות ים המלח, משימת הזיהוי עשויה היתה להפוך לחסרת סיכוי במיוחד, שכן ככל שהלכו החיבורים והתפענחו התברר שמחבריהם העלימו כמו במתכוון כל סימן וזכר שיכול היה להעיד הן על אירועים או על אישים בתקופתם, והן על זהותם. עם זאת, קוראי הטקסטים הראשונים יכלו לפחות לקבוע ללא היסוס שהכתבים שייכים לעדה אזוטרית – דהיינו, לכת. כך ששאלת זיהויים של מחברי מגילות ים המלח נתפרשה מן ההתחלה כשאלה הנוגעת לזיהויה של כת.

כיצד מזהים כת? עקרונית, ישנן שתי אפשרויות. האחת, לספק רשימה של מאפייניה המייחדים של הכת, כמו אמונותיה ואורחות חייה, ולאחר מכן – להעניק לה כינוי או שם. למשל, במקרה שלנו, "עדת קומראן" או "כת ים המלח". האפשרות השנייה היא לזהות את הכת באמצעות זיהויה עם קבוצה שכבר מוכרת וידועה, למשל, עם "האביונים", או "בני צדוק", או "האיסיים". למרות ניסיונות של חוקרים שונים לזהות את כת המגילות עם קבוצות אחרות, לסוקניק לא היתה שום התלבטות בין שתי החלופות הללו. הקבוצה זוהתה מייד עם כת האיסיים ובכך התקבע כל סיפור המסגרת של המגילות.

יש להודות שהעדות הראשונית שהובילה לזיהוי היתה מרשימה. ישנו דמיון־שטח בולט ויוצא דופן בין התיאורים של כת האיסיים שנמסרים לנו בכתביהם של ההיסטוריונים בני המאה הראשונה (יוספוס, פילון ופליניוס) לבין תוכנן של הפסקאות מתוך **סרך היחד**, שאותן קרא לראשונה סוקניק באותו לילה היסטורי. הדמיון נוגע לשורה ארוכה של מאפיינים של ארגון החיים הקהילתי, עיקרי האמונה והתנהלותה של הכת. כך כותב ידין, לאחר שהוא מביא בהרחבה את תיאוריו של יוספוס את כת האיסיים: **"הנה כי כן רבים הם העניינים המתאימים בזהותם לאלה שלמדנו על מנהגי הכת. האיסיים נזורו מתענוגי בשר וראו בכיבוש היצר מעלה גדולה. הם מואסים בחיי עושר... בשבתם לסעוד יעשו כן בטכס מיוחד והכהן הוא שמנהל את טכס הארוחה... אין החברים החדשים המצטרפים לאיסיים מתקבלים לחבורה אלא לאחר שעברו תקופת ניסיון מסוימת, כפי שלמדנו בסרך היחד".**

כיצד מתקבלת תיאוריה מדעית

מהפרספקטיבה של הפילוסופיה של המדע, המהירות בה הוכרזה התיאוריה הקומראנית־איסיית באותו לילה דרמטי אינה מהווה בעיה יוצאת דופן, ואין בסיפור כשלעצמו כדי להטיל דופי בתיאוריה. הבחנה חשובה לענייננו כאן היא זו שבין **הֶקשר הגילוי** – הדרך שבה צצה היפותזה מדעית לבין **הֶקשר הצידוק** – הדרך שבה התיאוריה מוכחת. ניתן להגיע להשערה מדעית בדרכים שונות ומשונות. התהליך בו אדם מגיע לידי גילוי של תיאוריה מדעית הוא סובייקטיבי במהותו ויכול להיות חפוז, מקרי, הזוי, טיפשי, מושפע ממשאלות לב, או תולדה של אידיאולוגיה או של אמונה תפלה.

עצם העובדה שתיאוריה **מתגלה** למישהו בחלום הלילה אינה ערובה לאמיתותה – אך בה בעת אין בה ערובה לכך שהיא הבל הבלים. השאלה האם בתיאוריה המוצעת יש ממש אם לאו היא שאלת **צידוקה** של התיאוריה, אישושה או הפרכתה – וכאן הסיפור הוא אחר לגמרי. ההעמדה של היפותזה למבחן צריכה להיעשות בכפיפות לאמות־מידה נוקשות ומוסכמות על כלל חברי הקהילה המדעית; היא צריכה להיות אינטר־סובייקטיבית וחפה מכל אידיאולוגיה או אג'נדה. לפיכך, לענייננו, בעובדה שהפסקאות שפענח סוקניק בליל הכ"ט בנובמבר הזכירו לו מניה וביה את הפסקאות המקבילות מספרו של יוספוס **מלחמת היהודים ברומאים**, כמו גם בעובדה שהמדובר היה בפסקאות מקריות וספורות בלבד ושהכל התרחש במהירות, אין כדי לפסול את ההשערה שניסח בו־במקום לפיה המגילות הן איסיות. אך מה הן ההוכחות המספקות שיהיה בהן כדי לשכנע קהילה מדעית שלמה שהתיאוריה נכונה – זו כבר שאלה אחרת לחלוטין.

מפורסמת הגרסה לפיה הרעיון שכספית (מרקורי, בלעז) עשויה להועיל בריפוי מחלת העגבת הבזיק במוחו של פרצלסוס כאשר הבחין באחד הלילות בקרבתו של כוכב מרקורי לכוכב ונוס. וכמובן, לכולנו מוכר הסיפור כיצד עלתה השערת הגרביטציה בדעתו של ניוטון כשראה את התפוח הנושר מהעץ

הפגמים והבעיות בתיאוריה המרכזית

התיאוריה המרכזית הקושרת את המגילות לאיסיים ולאתר קומראן קנתה לעצמה מעמד יוצא דופן מן הרגע שבו באה לעולם. התיאוריה משמשת כתיאוריה של **ברירת מחדל מחקרית:** כל עוד לא הוכח אחרת, תיאורית איסיים־קומראן נתפסת כתיאוריה השלטת והסמכותית ביחס לשאלת מקור המגילות. במילים אחרות, אלא אם תיאוריה אחרת כובשת אותך לחלוטין, אתה נשאר עם תיאוריית איסיים־קומראן, גם אם אתה חושב שיש בה בעיות ופגמים או שהיא אינה אטרקטיבית במיוחד.

"בעולם הנוצרי רגשו הרוחות. הטקסטים שהתגלו עשויים היו להעיד על נקודות ההשקה הרגישות שבין קהילת כותבי המגילות לבין הנוצרים הראשונים. בעולם היהודי ניעורו ציפיות שנגעו לפוטנציאל הגלום במגילות, בעיקר עקב הסיכוי למלא חלק מ"החור השחור" בן מאות השנים שנפער במקורות הכתובים עבריות למן ספרי המקרא האחרונים ועד לספרים החיצוניים ולספרות המשנה והתלמוד"

ואכן בתיאוריה המרכזית יש בעיות ופגמים שאין לטאטאם הצידה רק בשל הנחרצות או הכריזמה של תומכיה. הנה כמה דוגמאות:

למרות נקודות דמיון בולטות בין מה שיוספוס מספר לנו על האיסיים לבין מה שחלק מהמגילות מספרות לנו על קהילת המגילות, קיימים גם פערים שקשה ליישבם. למשל, אם האתר אכן שימש כמרכז דתי של כת האיסיים במשך יותר ממאה שנים, איך נסביר את העובדה שיוספוס לא מתייחס בכתביו ליישוב איסיי כלשהו לחופי ים המלח? ואיך נסביר את העובדה שכאשר יוספוס מתאר את האיסיים, הוא אינו מזכיר את הרעיון של "גורל קבוע מראש", שהוא מיסודות האמונה של קהילת המגילות?

בעיה קשה נוספת קשורה ללוח ולפולחן. לפי הכתבים שהתגלו, השתמשה קהילת המגילות בלוח שנה שמשי שיצר הפרדה חדה בינה לבין רוב הקהילה היהודית שהשתמשה בלוח שנה ירחי וציינה לפיו את החגים היהודיים, לרבות יום כיפור. מכאן משתמע שקהילת המגילות סעדה ביום שהינו יום צום עבור יהודים אחרים (ולהיפך). בתיאוריו של יוספוס את כת האיסיים, הוא אינו מזכיר כלל עובדה מכרעת זו.

ולבסוף, אם אנו מניחים קשר בין המגילות לאיסיים, איך נסביר את העובדה שהמונח "איסיים" לא מוזכר ולוּ פעם אחת בכל קורפוס המגילות?

גם בצד הארכיאולוגי ישנם סימני שאלה. הארכיאולוג רולנד דה וו, החופר הצרפתי הדגול של קומראן שניהל את החפירות באתר בין 1951 ל־1955, מודה ש"היעדר ודאות מרחף מעל כל הממצאים הארכיאולוגיים שאנו עשויים לגייס על־מנת לבסס את הקביעה שהקהילה בקומראן היתה איסיִית באופייה". הוא מציע טענה צנועה יותר, לפיה "אין שום דבר בממצאים [הארכיאולוגיים] שסותר היפותזה כזו".

עם זאת אין ספק שדה וו היה להוט לפרש את ממצאיו הארכיאולוגיים לאור הטקסטים של המגילות, ונחוש לבסס את ההשערה כי אתר קומראן שימש מרכז של כת דתית שקיימה חיים קהילתיים. דוגמאות לכך הן התייחסותו המתפתלת של דה וו למגדל המבוצר (ביישוב של >>

>> קהילה שהיתה אמורה להיות שוחרת שלום) ולַגילוי של שלדי נשים בבית הקברות הקומראני (של קהילה שהיתה אמורה להיות של נזירים בלבד), כמו גם לגילויים באתר של "חפצים מגדריים" (חפצים כמו כִּישׁוֹר או חרוזים ששימשו והיו בבעלותן של נשים בלבד ולפיכך מעידים על נוכחותן של נשים באתר). בעיות אחרות מעוררת התייחסותו של דה ווֹ לשברים של זכוכית יקרה שנמצאו בַּמתחם (של קהילה שהיתה אמורה להיות סגפנית), ולמקרה החידתי של **סרך הנחושת** (מגילה עשויה נחושת שחרוטה בה רשימת אוצרות, והיא מפרטת את מקום מחבואם של אוצרות אלה).

הפילוסופיה של המדע מתארת דרכים שונות של הצדקת תיאוריה מדעית או החלפתה בתיאוריה אחרת. המצב הסטנדרטי הוא מעין שוּק חופשי של תיאוריות מתחרות, שלכל אחת מהן עדויות המאששות אותה ותומכות בה במידה כלשהי. מצב זה כולל גם קריטריונים שקובעים כיצד אמור להשתנות יחסנו לתיאוריה עם גילויים של ממצאים חדשים, מאששים או מפריכים, ומתי נוצר משבר חריף עד כדי צורך במהפכה מדעית. שליטה של תיאוריה בתחום מדעי כ"ברירת מחדל" אינה חלק מן התפיסה הנורמטיבית במדע.

במחקר המגילות מתקבל הרושם שלא חשוב כמה תיאוריות או רעיונות חלופיים יעלו, התנאי לעבור לתיאוריה חדשה הוא הוכחה מעל לכל ספק באמיתותה. כדי שתאמין, למשל, שאתר קומראן היה אחוזה חקלאית ולא מנזר, תצטרך להציג עדויות התומכות מעל לכל ספק בתיאוריית האחוזה. אם העדויות אינן מושלמות, אתה נשאר עם התיאוריה של המנזר כברירת מחדל.

תיאוריות חלופיות

רבים קראו תיגר על התיאוריה המקובלת. תיאוריות אלטרנטיביות נאבקות זו בזו בנוגע למוצאן של המגילות ובנוגע לאופיין של חורבות קומראן. למרות ההבדלים הרבים ביניהן, התיאוריות האלטרנטיביות מסכימות כולן על נקודה אחת: הן שוללות כל קשר בין האתר בקומראן לבין המגילות. החוקרים הללו לא מתרשמים במיוחד מהקירבה של המערות שבהן התגלו המגילות לחורבות קומראן (חלק מהמערות רחוקות עד כדי שני קילומטרים מהן) והם לא מקבלים את הפרשנות המקובלת שהאתר היה מרכז של כת דתית.

אשר למגילות, ההסבר החלופי המרכזי הוא שהן נשלחו למדבר מירושלים. הטענה היא שהמגילות הגיעו מכמה ספריות בירושלים – אולי אפילו מספריית בית המקדש – ושהן נשלחו בחיפזון למסתור ולהצלה במערות הנידחות במדבר יהודה כאשר הלגיונות הרומיים התקרבו לירושלים ממש לפני חורבנה הסופי בשנת 70 לספירה.

ואשר לאופיו של אתר קומראן, יש לפחות עשר תיאוריות נוספות לפיהן הוא היה אתר צבאי, בית נופש אריסטוקרטי, מרכז תעשייתי, תחנה לגביית מיסים, אחוזה חקלאית, פונדק דרכים, בית מלאכה לייצור

"ההסבר החלופי המרכזי ל"תיאוריה האיסיית" הוא שהמגילות נשלחו למדבר מירושלים. הטענה היא שהמגילות הגיעו מכמה ספריות בירושלים – אולי אפילו מספריית בית־המקדש – ושהן נשלחו בחיפזון למסתור ולהצלה במערות הנידחות במדבר יהודה כאשר הלגיונות הרומיים התקרבו לירושלים ממש לפני חורבנה הסופי בשנת 70 לספירה"

כדים ועוד. המשותף לפרשנויות החלופיות האלה הוא התפיסה כי האתר מילא פונקציה ארצית, חפה מכל אופי דתי או רוחני. כולן קוראות תיגר על הרעיון שקומראן היה מרכז של קהילה יהודית קדומה שקיימה אורח חיים נזירי פרוטו־נוצרי. לַהכרעה במחלוקת על טבעו האמיתי של האתר יש השלכות מרחיקות לכת שיכולות לשפוך אור על תקופה שהשפיעה עמוקות על התרבות המערבית.

כיצד קנתה לעצמה התיאוריה את מעמדה החריג?

במרוצת השנים הפכה הפרחת תיאוריות ופרשנויות אלטרנטיביות לאתר קומראן ולפתרון חידת המגילות למעין ספורט לאומי, או בעצם בינלאומי. רבות מן ההצעות וההשערות שהועלו יש לייחס לתמהונים ולחובבנים, ספק־דתיים ספק־מדענים. כתוצאה מכך צמחו בהדרגה חומות מגן של חשדנות סביב הדיסציפלינה המדעית של חקר המגילות בכלל, וסביב התיאוריה הקומראנית־איסיית המרכזית בפרט. נעשה ניסיון לחצוץ בין "יודעי דבר" ל"הדיוטות", בין "הפנימיים" ו"החיצוניים". חומות החשדנות האלה, מצידן, הן האחראיות לתחושה המוזרה אך החד־משמעית שחש כל מי שמתקרב לתחום, שכאשר מדובר במגילות הגנוזות יש לנו עניין בתופעה כיתתית לא רק בכל הנוגע למחברי המגילות, אלא גם בכל הנוגע לחוקריהן.

וכפי שהתברר, "כת" התיאוריה המרכזית היתה חזקה מכל מתחרותיה. חלק מהסיבות לכך אינן מדעיות טהורות, והצלחת התיאוריה נובעת משילוב נדיר של לפחות ארבעה גורמים: 1) חוקרים כריזמטיים להפליא שקידמו את התיאוריה בימיה הראשונים. 2) להיטות חובקת־כל בַּציבור הרחב, במיוחד בעולם הנוצרי והיהודי, להאמין לסיפור האיסיי. 3) קורפוס עשיר של טקסטים (המגילות), שאכן מתאר קבוצה הדומה לזו המתוארת בסיפורי יוספוס על האיסיים. 4) אתר ארכיאולוגי ייחודי

אליעזר סוקניק / תמונה: ויקישיתוף

יגאל ידין בחפירות / צילום ארכיון

ואניגמטי (קומראן), שממוקם סמוך למערות ושמהותו לא ברורה.

אי אפשר להמעיט מתרומתם של החוקרים הראשונים לקידום התיאוריה המרכזית. דה ווֹ, ידין וסוקניק היו חוקרים בעלי אישיות כובשת וכריזמה מחקרית ייחודית. עליהם יש להוסיף את הסופר והמבקר הספרותי אדמונד וילסון שהשפעתו, ככל שהדבר נוגע לציבור הרחב בעולם הדובר אנגלית, היתה חשובה לא פחות: וילסון כתב סדרת מאמרים אודות המגילות שהתפרסמה בביטאון היוקרתי The New Yorker, ולאחר מכן פרסם את ספרו רב־המכר משנת 1955 המבוסס על סדרה זו. לספר היתה השפעה אדירה.

דרך ספרו של וילסון נחשף לראשונה קהל קוראים דובר־אנגלית רחב לסיפור המגילות הגנוזות. וילסון, שנכבש לחלוטין בקסמם של דה ווֹ וידין, קנה ללא עוררין את גרסת איסיים־קומראן של סיפור המגילות, וסייע לחקוק אותה בנפשם של אנשים רבים. אין ספק, כי עבודה ספרותית לא־מדעית זו תרמה רבות למעמדה הייחודי של תיאוריית איסיים־קומראן כתיאוריית "ברירת המחדל" הגדולה.

לַקשר בין המגילות לַאיסיים יש כוח פיתוי כובש. בייחסנו את המגילות לַאיסיים, אנו מגיעים קרוב ככל האפשר לזיהוי ולהבנה של החוליה המקשרת בין היהדות לנצרות. עובדה זו ודאי הילכה קסם על רבים, ממש כשם שהבהילה אחרים, בפרט בקרב הנוצרים האורתודוקסים השמרנים יותר, הטרוּדים בשימור ראשוניוּת מסרו של ישו. לקשר האיסיִי יש כוח משיכה רב־עוצמה – דתי, רומנטי ואוטופי; אף אחת מהתיאוריות האחרות לא יכולה להתחרות באטרקטיביוּת הזו.

בעשורים האחרונים, ובמיוחד מאז שנות ה־90 של המאה ה־20, חוקרים כגון נורמן גוֹלבּ, רוברט דונסיל ופאולין דונסיל־ווט, יזהר הירשפלד, אלן קראון ולנה קנסדייל, מייקל ווייז, יצחק מגן ויובל פלג יצאו בתוקף נגד הטיעון הארכיאולוגי של היפותזת איסיים־קומראן, והציעו תיאוריות חלופיות. הם הצליחו ליצור סדקים בתיאוריה המרכזית וחשפו את חולשותיה, אבל לא הציגו תיאוריה חלופיות קוהרנטית בעלת עוצמה דומה.

אין באף אחת מהתיאוריות האלטרנטיביות שהוצעו עד היום משום איום של ממש על הקונסנזוס; התיאוריות המתחרות אינן מקיפות מספיק ואינן מסוגלות להסביר חלק גדול מהממצאים. הבעיה היא שבדיוק בגלל חולשת התחרות, אין החוקרים שתומכים בתיאוריה המרכזית מודעים מספיק לַעובדה שהמוטיבציה לפיתוח תיאוריות מתחרות היא חולשה או פגם אמיתי בתיאוריה המרכזית עצמה – ושעליהם מוטלת המשימה להתייחס בצורה משכנעת לחולשות או לפגמים האלה.

בתוך כל זאת, מצאה בשנים האחרונות התיאוריה הקומראנית־איסיית דרכים ממולחות לשלב בתוכה כמה הנחות מן התיאוריות שקראו עליה תיגר. וכך, כשהיא משודרגת ומותקנת מחדש באופן מתוחכם, ממשיכה התיאוריה לשלוט במחקר המגילות הגנוזות. אם לא יתגלו לפתע עדויות חדשות ודרמטיות שיחוללו מהפכה בַּתחום, נראה כי הפרשנות שנתן סוקניק בערב בו קיבל לידיו את המגילות הראשונות לבדיקה תמשיך להיות הפרשנות המוסמכת והמוסכמת על רוב החוקרים – ואולי ראוי שכך. ■

ednaullmann@gmail.com

"על־פי נתוני האו"ם, עברה האנושות בעשור האחרון את סף רמת האוריינות של 80 אחוז. יותר מארבעה מכל חמישה בוגרים (מעל גיל 15) יודעים לפחות לקרוא ולכתוב משפט פשוט בשפת האם שלהם. המשמעויות של מהפכה זאת נראו עד לאחרונה אדירות, אבל בעשור הראשון של המאה ה־21 כבר מתחילים להבין שהריצה המטורפת קדימה היתה לכל היותר עמידה במקום"

תקליק, תצליח

הממזדים שינו את הכללים ושוב משאירים את העולם השלישי מאחור. בדיוק כשמדביות המדינות המתפתחות מצליחות לבעד את הבערות וללמד את אזרחיהן קרוא וכתוב, מתבדר שבעידן הדיגיטלי המיומנות החשובה הזו רחוקה מלהספיק. מי צריך לדעת קרוא וכתוב אם יש לו ביד מנוע חיפוש מושלם

■ שתי תופעות גלובליות מרכזיות, ובמידה רבה מנוגדות, אפיינו את העולם מאז הציע תומס מלתוס את התזה המפורסמת שלו בספרו "על עקרון האוכלוסיה". מדובר בתופעות "שוברות שיוויון" המשפיעות על המצב הקיומי של האנושות. התופעה הראשונה (שהתאימה לתחזית של מלתוס) היתה גידול אוכלוסיה עולמי, שמתקרב במאה ה־21 להתפוצצות דמוגרפית מאיימת. אולם בניגוד לתחזית, התרחש במקביל גידול מהיר עוד יותר בכמות המשאבים הזמינים, ומרבית תושבי העולם שיפרו את מעמדם הכלכלי. הגידול המהיר הזה נבע במידה רבה מהתופעה המרכזית השנייה: קפיצה מדהימה ברמת הידע, היצירתיות, ההתפתחות המדעית והטכנולוגית שאפשרו, לצד ארגון חברתי וכלכלי יעיל, ייצור של משאבים ומזון בכמות העולה על הצרכים.

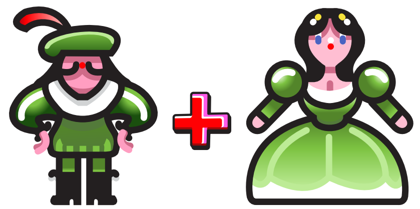
התופעה השנייה מיוחסת במידה משמעותית להופעת ה"אוריינות"- היכולת של בני אדם לקרוא ולכתוב. מאז המצאת הדפוס המודרני החל תהליך מתמשך של הרחבת מעגל יודעי הקריאה והכתיבה, מה שהשפיע על הצטברות הידע וזרימתו למעגלים רחבים יותר ויותר. אוריינות היא תנאי הכרחי להתפתחות ידע, יצירתיות, מדע, טכנולוגיה ותרבות. תוך זמן קצר הוקמו בכל מדינה מתקדמת מוסדות חינוך ציבוריים, שאיפשרו לשכבות אוכלוסיה רחבות להצטרף לתהליך הקדמה והיצירה האנושי. התמורות באוריינות במאתיים השנים האחרונות היו לכן במימדים לא ליניאריים בעליל והם שמנעו את הקטסטרופה שניבא מלתוס.

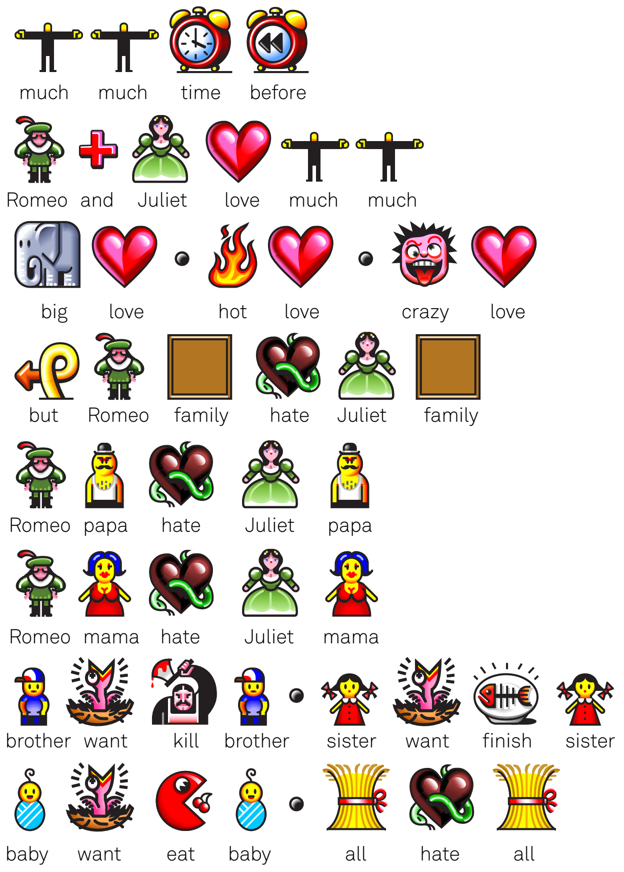
תקרא, תצליח?

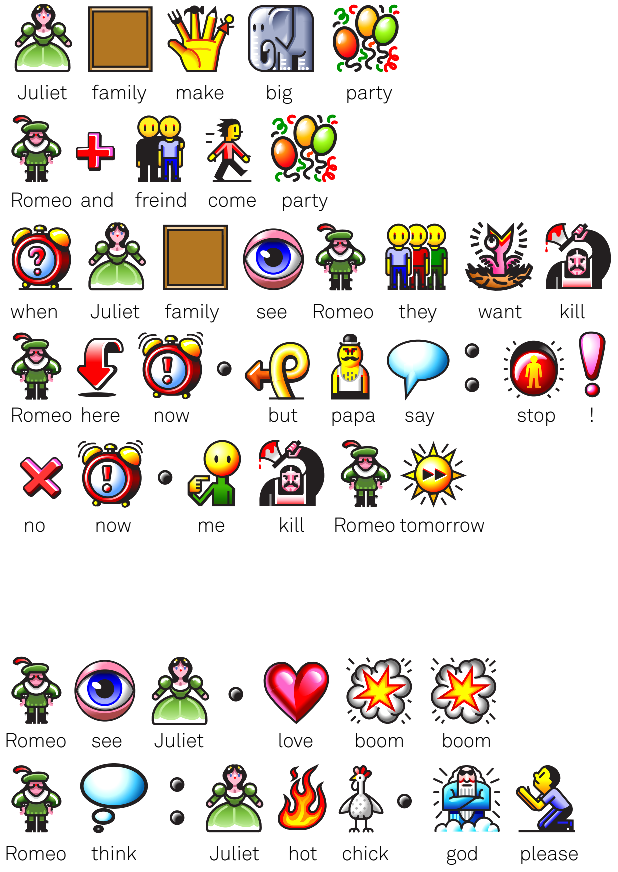
כבר למעלה ממאתיים שנה שחברות ומדינות מבינות את חשיבותה הכלכלית הדרמטית של האוריינות. חוק חינוך חובה מונע, קודם כל, מדאגה ליכולת הפרנסה של אוכלוסיות. חוק שכזה הוא כמעט ברירת מחדל ברוב מדינות העולם. הסיבה פשוטה: סוגי העבודה שאפשר להציע, רמת ההכנסה הצפויה, סיכויי ההצלחה של מודלים עסקיים, קיומן של טרנזקציות מסחריות, פעילויות הנחלה ואכיפת חוקים, ואפילו חתימה על חוזים – כל אלה תלויים ביכולת של כולם לעשות שימוש בשפה כתובה.

כך למשל, רמת האוריינות הנמוכה באוכלוסיות רחבות של חלק ממדינותיה של תת-היבשת הודו מציבה תקרה נמוכה ליכולת הצמיחה הכלכלית של אוכלוסיות אלה. באותו זמן, השליטה בשפה והאוריינות בשפה האנגלית של מאות מיליונים מאזרחיה של הודו נחשבת על־ידי ההודים עצמם למתנה יקרה מפז שהותירה אחריה האימפריה הבריטית בתת-היבשת. יכולתם של הודים כה רבים להתבטא, לקרוא ולכתוב

>>







סיפור רומאו ויוליה בשפת אייקונים לשימוש במסרונים,
במשחקי אינטרנט ובטלפונים סלולריים / באדיבות Zlango

באנגלית, מהווה חלון הזדמנויות כלכלי חסר תקדים בעוצמתו, וחלק מהגדרת מהותה של הודו המתעוררת. חרב הפיפיות של האוריינות היא המעכבת, והיא גם זאת שמבטיחה עתיד אחר.

בדיחה ישנה מספרת על השוטרים שתמיד מסתובבים בזוגות - אחד יודע רק לקרוא והשני יודע רק לכתוב. בעדכון של הבדיחה הזאת לימי בריה"מ הטוטאליטרית הוסיפו ששוטר שלישי מוצמד אליהם, כדי "לפקוח עין על שני האינטלקטואלים האלה". ידיעת קרוא וכתוב היא אולי נושא משעשע, אבל בהחלט עניין רציני ומכריע לעתידנו. רמת האוריינות שלנו משפיעה על איכות חיינו ועל אורכם, על משמעות חיינו, על מעמדנו החברתי, על המבנים החברתיים הגדולים כמו משפחה, עם, מדינה ויחסים בין־לאומיים. לא סתם הכריז האו"ם על האוריינות כזכות אנוש בסיסית העומדת בשורה אחת עם הזכות לאוכל, טיפול רפואי וקורת גג.

במדינות סקנדינביה מגיע שיעור האוריינות של בוגרים למאה אחוז. שאר המדינות המתועשות מפגרות רק באחוז או פחות אחריהן. ישראל ניצבת באמצע הטבלה. שיעור האוריינות אצלנו הוא מעט מעל 95 אחוז, אבל יש פער של כמעט חמישה אחוזים בין גברים לנשים. התפלגויות דומות לזאת שבישראל נרשמות בבוסניה והרצגובינה, בהונג–קונג, תאילנד ופנמה. רצועת עזה והגדה המערבית מתאפיינות באוריינות של כתשעה מכל עשרה בוגרים, ובפערים גדולים יותר בין נשים לגברים

"תקרא, תצליח" אמרו לנו ראשי בנק הפועלים בקמפיין תקשורתי מושקע. מסר שאותו העבירו במאה האחרונה מדינות לאזרחיהן והורים מודאגים לילדיהם: תקראו, תשכילו, תזכו להצלחה ולמעמד חברתי. הספר הוא מפתח הקסמים וכרטיס הכניסה אל העולם המודרני.

והנה כולנו חשים שמשהו מתרחש בשנים האחרונות. הרגלי הקריאה משתנים, שלא לומר מתחלפים. מתחוללת ירידה עקבית ודרמטית בקריאת עיתונים, יש ירידה בקריאת ספרות יפה ואיכותית, צעירים מפסיקים לקרוא ספרים ועתידו של הספר המודפס לא ברור. מתחוללת מהפכה טכנולוגית שמזכירה בעוצמתה את המצאת הדפוס. מאגרי הידע עוברים למחשב ולרשת ותוך כדי כך משתנים סגנון הכתיבה, דפוסי הקריאה וכמובן הדיבור. הטלפון הסלולרי, הטלוויזיה, המחשב והאינטרנט - על מערכות המסרים המהירים והמיידים ועם שלל טכנולוגיות חדשות של כתיבה, הקלטה ודיבור - מחוללים מהפכה במושג האוריינות שאותו הכרנו בעבר. הממזרים משנים את הכללים, ומי שלא יבין מהר את מהות השינוי יישאר שוב מאחור.

מערכת היחסים של אוריינות עם טכנולוגיה היא מערכת סבוכה, רבת סתירות ועלומה. כיווני ההשפעה לא ברורים. האם אוריינות מובילה ליתר שימוש בטכנולוגיה, או שמא טכנולוגיה היא חסם בפני התפשטות האוריינות? יש הטוענים שהצמיחה התלולה של אוריינות במאה השנים האחרונות חייבת את כל קיומה לטכנולוגיות. כולנו קוראים וכותבים דואר אלקטרוני בקצב שבו נהגנו לדבר פעם פנים אל פנים או לשוחח בטלפון. מספר המילים שאנו קוראים וכותבים גדל לאין־שעור בגלל הטכנולוגיה. אבל יש מי שטוען שאותן טכנולוגיות עצמן מצמצמות את מרחב ועושר

השפה והופכות את הציבור, או את ילדינו, לעצלים, טיפשים, שטחיים ואטומים. לפי האחרונים, **הטכנולוגיה היא האיום הגדול ביותר על האוריינות.**

הטכנולוגיה משנה את השפה, את סגנון הדיבור ואת הרגלי הקריאה. יש שפות ותרבויות בהן עצם הכתיבה יוצרת שפה אחרת מזאת המדוברת. כך בערבית המדוברת, שהיא אזורית וסקטוריאלית, ואילו הערבית הספרותית, הכתובה, היא פאן־ערבית. כך גם בסינית.

ההופעה וההיעלמות של הניקוד (למשל בעברית) הן דוגמאות אחרות לטכנולוגיה המשנה את נגישותה של השפה (למהגרים, לילדים וכן הלאה). המאבק המוצלח של אתא טורק לאמץ אלפבית לטיני לשפה הטורקית, וכישלונו של איתמר בן-אב"י באותו עניין בעברית, רלוונטיות כאן. כשהטכנולוגיה מתרחבת מעבר לכתב ודפוס, למשל לעבר המקלדת, אפשר לראות השפעות רחבות יותר. המקלדת היא אמצעי עינוי שטני, שנועד להאט את קצב הכתיבה, ומצליח בכך. ואילו המקלדת הדו־לשונית היא אמצעי אינקוויזיציה חסר תקדים ברשעותו. טכנולוגיית המסרונים (sms), המסגרות של טוויטר ועדכוני המצב של הרשתות החברתיות המקוונות כמו פייסבוק, שעיצבו דפוס דיבור מקוצר ואימצו סימני דפוס כמו אמוטיקונים J היוצרים ענפים חדשים בשפה הם הדוגמה העדכנית ביותר.

הגדרה חדשה של אוריינות

על־פי ההגדרה הרשמית שאומצה על־ידי אונסק"ו, אוריינות היא **היכולת לזהות, להבין, לתרגם, ליצור, לתקשר, לחשב ולעשות שימוש בחומרים מודפסים וכתובים בהקשרים שונים.** הדגש כאן הוא על חומרים מודפסים וכתובים, מונחים הנראים מעט אנכרוניסטיים אל מול מאגרי הידע והתרבות בעולם המודרני. ידיעת קרוא וכתוב, שהספיקה כדי להצעיד מדינות נחשלות אל הקִדמה, אינה מהווה יותר תנאי מספיק להצלחה. נדרשת הבנה רחבה הרבה יותר.

"הדיון הציבורי על אוריינות דיגיטלית מזכיר באופן מפתיע דיון אחר, בן אלפי שנים, על עצם הכתיבה והקריאה. אפלטון שם בפיו של סוקרטס, נאום קטגוריה סדור התוקף את הכתיבה עצמה. הכתיבה, הוא אמר, איננה אנושית. היא מתיימרת למסד מחוץ לשכל את מה שמקומו הטבעי הוא רק בתוך הראש. דברים כתובים הם מלאכותיים"

בשנים האחרונות גוברים הקולות הקוראים להרחיב את תפיסת מושג האוריינות וצורות המדידה שלו ולהתאימן למציאות המשתנה. ההשקעות האדירות שנעשו בסגירת פערי אוריינות לקריאה וכתיבה של מילים תפסו את עינם של הפעילים בתחומי תרבות ומידע אחרים. ההצלחה של מבצעי ביעור הבערות מוצגת כסטנדרט שאליו שואפים חובבי הידע והכישורים מתחומים נושקים, והם שואפים שיכוסו גם תחומי אוריינות מעבר למילה המודפסת. נוצרו תנאים חדשים לקידמה וידע שאי אפשר להתעלם מהם יותר.

אוריינות תצטרך להתרחב ולהכיל גם חומרים מוקרנים ומוקלטים. יש אוריינות של **אמנות** ושל **מדע**, ויש אוריינות של **מתימטיקה** ושל **סטטיסטיקה**. אפילו אנשים יודעי קרוא וכתוב ואף משכילים עלולים להוכיח בורות בקריאת גרף עסקי או בפענוח משוואה או בהבנה של נוסחה כימית. התמצאות במרחב ויכולת קריאת מפה הם סוגים נוספים של אוריינות היוצרת מחסומים גבוהים בפני מי שאין לו. יש אוריינות **תרבותית** ואוריינות **לשונית**, נדרשת אוריינות מוזיקלית כדי להבין את הקונצרט או האופרה, או אפילו כדי לבנות את הסבלנות הנדרשים כדי לשמוע אותה. יש אוריינות הנדרשת כדי לפענח שידורי טלוויזיה, כמו גם אוריינות של מולטימדיה. יש אוריינות של **בריאות** ואוריינות **סביבתית** ועוד. ולגבי כל אחד מאלה נצטרך להתמודד עם סוגיות ההגדרה והמדידה מחדש. כמו בספרות על סוגי אינטליגנציה, יש העומדים על כך שאוריינות איננה חד־ממדית (כמו למשל הפסיכולוג הנודע סטרנברג). זאת תופעה רב־ממדית, ואפילו אין בהכרח קשר או מתאם בין המימדים השונים. ייתכנו בעלי אוריינות גבוהה או מלאה מסוג אחד, אך מוגבלים ומרוששים, נבערים ממש, באוריינות מסוג אחר.

האם טכנולוגיה יכולה לתת את המענה לכמיהה הכמעט-אוניברסלית ליותר אוריינות, בעיקר בתחומי האוריינות החדשים ההולכים ונחשפים עם סגירת הפערים באוריינות המסורתית? או שמא גם כאן תירתם הטכנולוגיה ותתרום רק בכיוונים שבעליה יכוונו? האם יתכן שההתפתחות המהירה של הטכנולוגיה משאירה מאחור כל־כך הרבה שאינם מצליחים להדביק את הפער, כך שהיא מולידה דורות של נבערים חדשים? מדינות עולם שלישי שכבר חוללו מהפכה באוריינות והתקרבו אל ממוצע ההתפתחות המערבי מוצאות עצמן מול פער דיגיטלי ומול צרכי אוריינות חדשים, שללא מימושם יישארו שוב מפגרים הרחק מאחור.

הפרויקט של זיהוי מרכיבי האוריינות הטכנולוגית, ובעיקר זאת הדיגיטלית החדשה, נמצא בחיתוליו. נדרשו שנים לזיהוי מרכיבי האוריינות בתחום הקולנוע: מה צריך להבין כדי לצרוך את מה שמוקרן על מסך הכסף? באופן דומה יש אוריינות שהיא חיונית כדי לפענח את מסרי הטלוויזיה, במיוחד המסחרית. חשיבותה של אוריינות שכזאת זכתה להכרה רק שנים אחרי שהטלוויזיה התיישבה במרכז הסלון והשתלטה על זמן הפנאי של ילדים ובוגרים. שאלות כמו מודעות עצמית לשקיעה אל מול המסך, ומושגים כמו "בטטת כורסה" והמודעות לנזקיהם שייכים לתחום אוריינות הטלוויזיה. ההבחנות הדקות מאוד לפעמים בין חדשות לבין פרסומות, בין הדוקומנטרי ל־edutainment, ולאחרונה ההפעלה של מסננים ראויים כלפי תוכניות ריאליטי, והיכולת להבחין בין מציאות לבין ריאליטי, הם כולם שאלות של אוריינות טלוויזיונית. הכישורים והידע המוקדם שהם תנאי לתפקוד סביר בסביבה של תכנים טלוויזיוניים, אינם צומחים בצורה אורגנית. נדרשים משאבים ומאמצים כדי להבחין בהם, ועוד משאבים ומאמצים כדי להנחיל אותם.

טרם הגענו למצב בו אוריינות זאת מוגדרת על־ידי גופים בינלאומיים, נמדדת בצורה שיטתית, ומונחת על סדר היום הלאומי. בהיעדר כישורים וידע אלה, צרכני הטלוויזיה הם כמו אנאלפביתים בעולם המשודר. ועוד טרם נפתרה בעיית האוריינות של טלוויזיה, נוחתת על האנושות משימה שתהיה כנראה כבדה עוד יותר, הקשורה למחשבים ולרשתות. אוריינות התקשורת הדיגיטלית נראית, לפחות בימיה הראשונים של התקשורת הדיגיטלית, מורכבת ומאיימת פי כמה. יש מאמצים לכמת את מושג הפער הדיגיטלי (למשל בין עניים עשירים ובין גברים ונשים). ברור לכל שפערי הדורות והפערים הגיאו־פוליטיים גדולים. אבל כנראה שהפערים הגדולים ביותר, בעלי המשמעות העמוקה ביותר למדיניות, לחקיקה ולתקצוב, יהיו אלה הקשורים לאופני השימוש ויכולות החיפוש. יש יותר שונות בין אנשים לגבי מה הם יודעים לעשות (כלומר אוריינות), מאשר לגבי בעלות או נגישות לחומרה ולרשת.

בין כתיבה לדיבור

כשהייתי בכיתה גימל, אי שם בתחילת שנות השישים, השתמשנו כולנו בעפרונות. מבחן האוריינות שלנו היה הסמכה מיוחדת של המורה, למי שכתב־ידו היה יפה מספיק, להשתמש בעט כדורי. במרכז חזית השולחנות עוד היו חורים המיועדים לקסתות הדיו של העט הנובע, אבל הפלא הטכנולוגי של העט הכדורי החל לחלחל. העט הכדורי היה משאת נפש. העיפרון היה משויך לעולם האתמול. השימוש בפלא הזה, כאמור, הותר רק למי שהמורה סמכה עליו ידיה, וכתב־ידו היה נאה מספיק. אפילו העט הכדורי היה לטכנולוגיה שדרשה אוריינות ושימש הזדמנות להשלטת משטר (הפעם, משטר הכתיבה התמה).

עכשיו כל זה כבר לא משנה. השליטה במקלדת מחליפה במהירות את הכתיבה התמה כשער הכניסה לעולמות הכתובים. יתכן מאוד שתוך זמן קצר, עם התפתחות הטכנולוגיות של text-to-speech ושל speech-to-text , גם עליונותם הזמנית של המקלדת ושל המסך יישחקו והם ילכו בדרך שבה הולך העט הכדורי. אולי כל כלי הכתיבה ייבלעו על־ידי רמקולים, מיקרופונים ואייקונים על המסך. יתכן ולא נצטרך יותר לשמר את מיומנות הכתיבה. אנו נדבר והמחשב יהפוך את המילים לטקסט. כבר כיום יש מספר גדל והולך של אנשים המאזינים לספרים מוקלטים במקום לקרוא מן הדף או מן המסך. אנשים אלה אינם בורים או נבערים. הם פשוט סופחו לשורות הפוסט־אוריינות. מנקודת ראותם, מי שיכול "לקרוא" גם תוך כדי שטיפת כלים, שחייה, נהיגה ועמידה בפקקים - הוא לא רק פוסט־אוריין, הוא סופר־אוריין. כאן, עם חידושים אלה, משמשת הטכנולוגיה בתפקיד עוקף אוריינות. היא הולכת ומחליפה את אוכפי האוריינות של העבר.

בחוגים רבים, האוריינות הדיגיטלית אינה מתקבלת בזרועות פתוחות. חשדנות לא מעטה מובעת כלפי הטכנולוגיה החדשה של מחשבים. תכנים דיגיטליים ואמצעי ההפצה הממוחשבים והמרושתים שלהם נתקלים בחשש, התנגדות ואף עוינות. נשאלות שאלות קשות על המחיר שנשלם על אימוץ שיטות חדשות לאכסון ושינוע של תכנים.

במישור התרבותי נשמעות טענות כי לא ניתן יהיה יותר לקרוא יצירת מופת, נניח ה"חטא ועונשו" או "אנה קרנינה" - מאות עמודים כתובים של טקסט איכותי, באמצעות מחשב או מסך דיגיטלי. היעלמות הספרים תחסל את האפוסים רחבי היריעה, את פניני התרבות הספרותית האיכותית ובעצם את האדם המשכיל במובנו הקלאסי. המחשב "מטבעו" בנוי לטקסטים קצרים ומוגבלים, לקריאה שטחית וממוקדת מטרה.

הדיון הציבורי על אוריינות דיגיטלית מזכיר באופן מפתיע דיון אחר, בן אלפי שנים, על עצם הכתיבה והקריאה. אפלטון שם בפיו של סוקרטס נאום קטגוריה סדור התוקף את הכתיבה עצמה. הכתיבה, הוא קבע, אינה אנושית. היא מתיימרת למסד מחוץ לשכל את מה שמקומו הטבעי הוא רק בתוך הראש. דברים כתובים הם מלאכותיים.

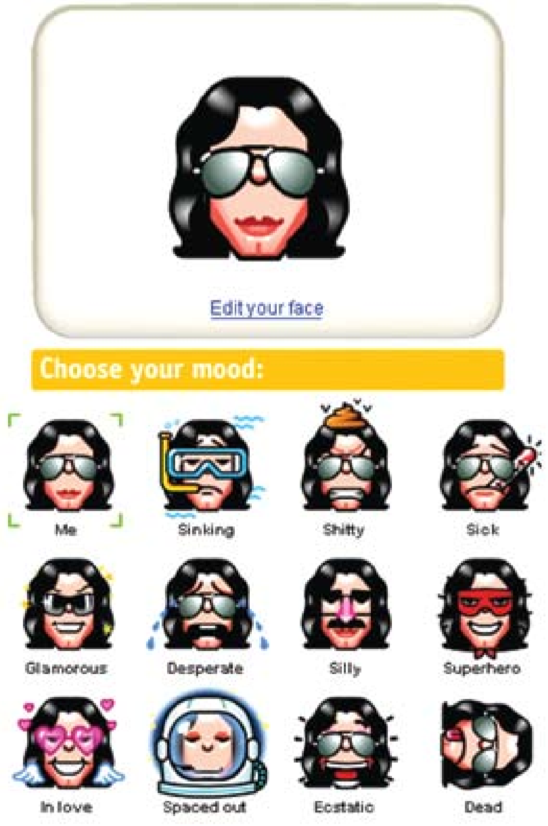
אפלטון הוסיף והאשים את הכתיבה בהריסת הזיכרון. הוא טען שמי שמשתמש בכתיבה יהפוך לשכחן בכך שייאלץ להסתמך על מקורות חיצוניים כדי להשיג את הפערים הנפתחים על־ידי משאבים פנימיים. הכתיבה, קבע אפלטון במפורש, מחלישה את השכל. הטקסט הכתוב איננו מגיב. הוא פשוט "שוכב שם", ולכן אי אפשר לתשאל אותו, להתווכח איתו, או אפילו לבקש הסבר. מידע כתוב איננו יכול להתגונן מפני מתקפות. הוא פאסיבי ומנותק. תרבות אוראלית היא תרבות יעילה וטובה יותר מתרבות כתובה, טען אפלטון. האמירות של אפלטון דומות להפליא למה שטוענת חוקרת המוח, פרופסור סוזן גרינפלד, בגיליון "אודיסאה" מספר 1: השימוש של צעירים במחשב כאמצעי מרכזי לידע ובילוי מרדד את מוחם ופוגע ביכולתם האינטלקטואלית. אובדן יכולת הקריאה של צעירים הוא סכנה לתרבות האנושית.

חברות פריפריאליות רבות מתייחסות עד היום לאוריינות בצורה דומה. האוריינות היא היפוכה של האוראליות וחברות התקיימו במשך אלפי שנה על תרבות מדוברת, מסופרת, תרבות שבעל־פה. האוריינות בחברות אלו היא קריאת תיגר על מסורתם. על־פי תפיסה זאת, האוריינות היא בסך הכל אלטרנטיבה תרבותית ספציפית, על־פי רוב מיובאת מן המערב, ויש להתנגד לה כי היא ניגוד של התרבות המקומית, השבטית והשיתופית. באזורים פוסט־קולוניאליים לא מעטים עדיין משייכים בעוינות את האוריינות לעולם המושגים של השליט הקולוניאלי שממנו נפרדו זה לא מכבר. היפוכה של האוריינות הכתובה - החוכמה שבעל־פה המועברת מפה לאוזן - מוערכת במקומות כאלה לעיתים על פניה של האוריינות.

וולטר אונג, הכומר־פילוסוף, הוא מההוגים המובילים בניתוח הרצף שנמשך מחברות קדם־אורייניות, אוראליות, אל החברות האורייניות. כאמור, תקופת הדפוס הציבה את האוריינות במרכז הבמה. אונג מזכיר לנו, למשל בקריאה מחודשת של אפלטון, שהדברים לא היו תמיד כך. כמו שכתבי היד במנזרים שימשו את הכנסיה הקתולית בשמירה על מונופול הידע, וכמו שהאוריינות פתחה לעיתים דלתות שקודם היא עצמה סגרה, כך גם הטכנולוגיה החדשה, הדיגיטלית, עשויה לפעול בשירות האוריינות או כנגדה, לטובת הקִדמה הכוללת, או לרעתה. קשה לחזות כרגע את תוצאות וכיוון השינוי.

> "שם הורד" של אומברטו אקו מתאר היטב את המאבקים על הנגישות לטקסטים ועל חשיבות האב האחראי על הספריה במערכת הכוח במנזרים

האם הטכנולוגיה העבירה אותנו לשלב הפוסט־אוריינות? עדיין מוקדם לקבוע. אבל כמו במקרה של שאיפות אחרות שמילאו את החלל האידיאולוגי במאה ה־20, ההתקרבות לעולם אורייני על־פי הגדרת אונסק"ו מעלה את השאלה – ומה אחר־כך? למה נדאג כשכולם יידעו לקרוא ולכתוב? האם ניאלץ לוודא שכולם גם יודעים להשתמש במנועי חיפוש בצורה מושכלת? להפיק ולערוך סרט? להשתמש בגיליון אלקטרוני? לנסח שאילתה של מסד נתונים? מהו מינימום האוריינות הנדרש כדי לא לנשור מהמירוץ האנושי קדימה?



יצירת דיוקן אישי באייקונים / באדיבות Zlango

רמות האוריינות של אנשים ולאומים השתנו לאורכה של ההיסטוריה, וגם לרוחבה של הגיאוגרפיה. רמות האוריינות שונות מאוד בין אזורים ומדינות. ארגונים שונים, במקומות שונים, בתקופות שונות, הגדירו אמות־מידה שונות לאוריינות מינימלית. היכולת לחתום את שמך היתה אחד המבחנים הראשונים והסלחניים ביותר. עם הופעת חוקי חינוך החובה, ואף לפניהם, הוגדרו ספים גבוהים יותר: השתתפות בלימודים בבית־ספר לאורך ארבע שנים או יותר, עמידה בהצלחה במבחן מורכב כזה או אחר, היכולת לצטט פסוקים או פרקים מכתבי הקודש, עמידה במבחנים ממשלתיים, או היכולת לעלות לתורה. כל אלה ייצגו צורות שונות למדידת האוריינות.

על־פי כל מדד שהוא, רמת האוריינות של אוכלוסיית העולם קפצה דרסטית בשנים האחרונות. הצמיחה הזאת נבעה ממאמץ בינלאומי רחב־היקף. מתחילת המאה ה־20 היה השיפור ברמת האוריינות תלול ומהיר. בכל אחד משלושה העשורים האחרונים נוספו עוד עשרה אחוז מן האנושות לשורות יודעי הקרוא וכתוב. בשנות השישים של המאה ה־20 עוד היו בעולם הרחב יותר אנשים אנאלפביתים משהיו אוריינים. על־פי נתוני האו"ם, עברה האנושות בעשור האחרון את סף רמת האוריינות של 80 אחוז. כלומר, יותר מארבעה מכל חמישה בוגרים (מעל גיל 15) יודעים לפחות לקרוא ולכתוב משפט פשוט בשפת האם שלהם. המשמעויות של מהפכה זאת נראו עד לאחרונה אדירות, אבל בעשור הראשון של המאה ה־21 כבר מתחילים להבין שהריצה המטורפת קדימה היתה לכל היותר עמידה במקום.

האם הפערים בין הצפון לדרום באמת מצטמצמים? האם העולם אכן נעשה שטוח? האם הטכנולוגיה תרחיב את מעגל האוריינות ותשווה את נקודת הזינוק של הסיני לאמריקני או להיפך, תרחיב את הפערים? כמו שכבר הבהרנו, אוריינות הוכיחה עצמה עד כה כתהליך חד־כיווני. ככל שאין חזרה מתהליך התרחבות האוריינות, סביר שהיא תמשיך להיות גם מכפיל כלכלי וכרטיס כניסה לקידמה.

ידע הוא כוח

לכאורה, קיים קונצנזוס שאוריינות היא דבר חיובי ומושא לשאיפה. כפי שנראה מייד, הקונצנזוס הוא רק למראית עין. "ידע הוא כוח". תולדות התרבות האנושית רצופות בדוגמאות שבהן נעשה שימוש במיומנות הכתיבה והקריאה - כלומר בנגישות לידע - כדי לקדם אינטרסים של קבוצות מסוימות ולדכא ולשלוט באחרות. כך למשל בחברות מסורתיות

> "תקרא, תצליח", אמרו לנו ראשי בנק הפועלים בקמפיין תקשורתי מושקע. מסר שאותו העבירו במאה האחרונה מדינות לאזרחיהן והורים מודאגים לילדיהם: תקראו, תשכילו, תזכו להצלחה ולמעמד חברתי. הספר הוא מפתח הקסמים וכרטיס הכניסה אל העולם המודרני. והנה כולנו חשים שמשהו מותרחש בשנים האחרונות. הרגלי הקריאה משתנים והידע עובד לרשת"

>> לא מעטות, גם היהודיות, הודרו נשים ממעגל יודעי קרוא וכתוב באופן שיטתי.

קריאה וכתיבה נשמרו בעבר כמיומנות מקצועית של מעמדות מסוימים. דוגמה בולטת אפשר למצוא בכתב החרטומים הפרעוני. כתב החרטומים היווה מכשיר שליטה ומחסום בפני ההמונים לא פחות משהיווה צוהר אל הידע. כתב החרטומים זכור עד היום כמשהו בלתי ניתן לפיצוח. שמו הפך למילה נרדפת למשהו שאינו ניתן להשגה. יש הטוענים שכתב החרטומים פותח ככזה גם כדי לשמר את האקסלוסיביות והכוח הפוליטי שבידי יודעי קרוא וכתוב - בעיקר כוהני הדת ופקידי הממשל. ההיסטוריון הרולד איניס ניתח את התפקיד של כתב החרטומים בפוליטיקה הקדומה של המצרים וטען כי אוריינות בצורת כתב החרטומים היתה גורם מרכזי באפשרות למשול באימפריה המצרית.

הקישור הדתי של אוריינות ל"בר אוריין" – איש תורה ויודע תורה, אינו מקרי. גם בחברות אחרות בהן קריאה בכתבי קודש היתה חשובה, למשל בקרב הפוריטנים של ארה"ב, אוריינות היתה גבוהה במיוחד. ברבות מן הקהילות היהודיות בגולה, שאצלן לימוד תורה של בנים זכרים נחשב לאידיאל, היתה אוריינות גבוהה בהרבה מן הסביבה, ובכך הוגדרו התרבויות האלו כאורייניות

אימפריה זאת, כזכור, נוצרה לאורך מאות הקילומטרים של מסלול הנילוס, והתאפשרה רק כתוצאה מהמצאת הכתב. על־פי איניס, הטכנולוגיה של כתיבה, עוד מימי כתב היתדות במסופוטמיה, וביתר שאת בימי כתב החרטומים של מצרים, יצרה מצב שאיפשר מונופול על ידע. כתיבה היתה עניין מורכב ומסובך. המדיום עליו כתבו (סלע חקוק, פפירוס) היה יקר ונדיר. רכישת האוריינות היתה תהליך של חונכות ארוך ויקר. רק מעטים יכלו לנכס את הכישורים של קריאה וכתיבה. כך, על־פי איניס, הוכתב כל המבנה הפוליטי על־ידי הטכנולוגיה שקצבה את האוריינות ואת הגישה אליה. סופרים, יודעי קרוא וכתוב, השתייכו למעמד העליון של מלכים, אצילים וכוהני הדת. אלילי הכתיבה היו אלים מרכזיים, סמוכים על שולחנם של האלים הראשיים.

איניס, ואחריו תלמידו מרשל מקלוהן, המשיך וניתח את הקשר בין הנגישות של קריאה וכתיבה לבין מהלכים פוליטיים של כוח ואי־שוויון. על־פי איניס, גם השליטה העדינה והמתוחכמת של היוונים הקדמונים במאזן בין הכתוב למדובר, כלומר בין אוריינות לבין אוראליות, היא המסבירה את עליונותם ואת צבירת הכוח שלהם. היוונים השליטו תרבות אוראלית, תרבות שבעל־פה. עם העלייה של תרבות האוריינות, חלה הירידה בכוחם של היוונים ועלייתם של הרומאים. אוריינות, אם כן, היא לא רק קידמה. היא בעיקר מנוף. אימפריות קמו על בסיס הניצול שלה. אימפריות אחרות שרדו באמצעות ריסונה. ההיסטוריונית הנודעת של הספר, אליזבט אייזנשטיין, מראה כיצד השכילה הכנסייה הקתולית לרתום את המונופול על ייצור ספרים והפצתם, על החזקת ספריות והגדרת השפה שבה ייכתבו ספרי התפילה, לדיכוי אוריינות במקומות בהם לא רצתה להעניק גישה לאחרים. רק הפיתוח של הדפוס על־ידי גוטנברג חילץ את הבלעדיות על ספרים וקריאה מידי הכנסייה וכמריה. הכנסייה הפרוטסטנטית חייבת לא מעט מהצלחתה להתפשטות האוריינות. והאוריינות, מצידה, חייבת לא מעט מהתפשטותה להתפתחויות הטכנולוגיות והדתיות.

מאז ימי גוטנברג ובזכותן של טכנולוגיות הדפוס והתפשטות האוריינות, התחוללה זרימה איטית אך קבועה מתרבות ידע רנסנסית ומקיפה לעבר תרבות אקדמית מתמקצעת ומתמחה. המאה ה־21 משנה כיוון. הטכנולוגיות החדשות, על הפתיחות, המהירות, השיח הדו־כיווני ובמיוחד ההתנגדות לליניאריות ולהיררכיה שמובנים בתהליכיה, מחזירה את האנושות למצב הרבה יותר אוראלי, ליותר שיח, ובעיקר לתרבות של ידע רב ונגיש יחסית, בתחומים רבים. היכולת שניתנת ברוחב לב לרבים להשתתף וליצור יוצרת גם מבוכות של היצע עצום של תכנים חדשים, אולי אפילו עודף היצע על ביקוש. בעולם כזה, קריאה וכתיבה עוברים לרקע ואת מרכז הבמה תופסת מיומנות חדשה הקשורה ליכולת המיון וההבחנה. אני מאמין ש**אוריינות החיפוש והסינון יעלו בחשיבותם על אוריינות הצריכה.** מנועי החיפוש מתוחכמים ויעילים באודיו, וידיאו וכן גם בכתב, והם שיעשו את ההבדל בין הצלחה לכישלון. הבשורה הטובה היא שיש סיכוי סביר שהאוריינות הדיגיטלית החדשה תצליח לסגור פערים בין חברות ותחבר אוכלוסיות ביעילות ובמהירות גדולה בהשוואה להשפעות האיטיות יחסית של הקריאה והכתיבה. ■

sheizaf@rafaeli.net

ביקורת ספר

אלי שאלתיאל

משהו קסום הורגש באוויר

"עידן הפלאות" הוא ביוגרפיה העוסקת בדור מופלא של אנשי מדע שפעלו באנגליה ב"תקופה הרומנטית". באווירה הקסומה והיצירתית של סוף המאה ה־18, הצטרפו גדולי המדענים אל טובי המשוררים, הציירים, הסופרים והמוזיקאים וביחד הם בראו את העולם מחדש

■ האם הביוגרף הוא היסטוריון או סופר העוסק בגיבורי העבר? היסטוריונים שמרנים התנגדו מאז ומעולם לקבל את הביוגרפים לשורותיהם כעמיתים שווי זכויות ומעמד. הביוגרפים מתקרבים בעבודתם יתר על המידה לתחומי הספרות היפה, טענו ההיסטוריונים, והם פוגעים בשמם המקצועי הטוב של ההיסטוריונים כאנשי מדע. החשש מה יגידו מדעני החברה והרוח (שלא להזכיר את אנשי מדעי הטבע) על ההיסטוריה כמקצוע, גרם להצבת שורה של מגבלות, סייגים ואיסורים על כותבי הביוגרפיות והותיר את הביוגרפים בדרך כלל מחוץ לגדרות האקדמיה.

גם ללא הכרה אקדמית רשמית זכו הביוגרפים לאהדת הקהל הרחב וביוגרפיות הפכו לז'אנר מצליח מבחינה כלכלית. היסטוריונים מסכימים כמעט פה אחד כי אנגליה היא מולדת הביוגרפיה המודרנית וממנה צמחו מיטב הביוגרפים. הם מצביעים על הביוגרפיה שכתב ג'יימס בוסוול כבר במאה ה־18, על ד"ר סמואל ג'ונסון, "האנגלי הגדול מכולם", כדוגמה וכמופת לכתיבה ביוגרפית מקצועית. במאה ה־19 פרחה באנגליה מסורת הכתיבה הביוגרפית והציבה אמות־מידה שהן נר לרגלי ביוגרפים מאז ועד היום.

אין זה מפתיע אפוא, כי ביוגרפים אנגלים מובילים בשנים האחרונות מהפכה דרמטית בתחום הכתיבה הביוגרפית. מנהיגי המהפכה הם אנשי "האסכולה הבריטית החדשה", המבצעים ניסיונות נועזים לחרוג מן הגבולות המסורתיים שהתירו ההיסטוריונים לסוגה זו. ביוגרפים מן ה"האסכולה הבריטית" אינם

"הטייל מעל לים הערפילים" קספר דוויד פרידריך /
ויקישיתוף

מקבלים את ביקורת ההיסטוריונים השמרנים, דוחים חלק מכללי המקצוע המקובלים, ואינם נרתעים מלצעוד על החבל הדק המפריד בין היסטוריה ל"ספרות יפה".

ריצ'רד הולמס, המכנה עצמו "ביוגרף רומנטי", הוא המעניין והמרתק בחבורת הביוגרפים האנגלים פורצי הגבולות. הולמס מתהדר בתואר "רומנטי", הן משום עיסוקו ביוצרים הרומנטיים הגדולים – עד כה כתב בין השאר ביוגרפיות עטורות שבחים של המשוררים ה"רומנטיים" פרסי שלי וסמואל קולרידג' – אך בעיקר משום שהוא מציע גישה "רומנטית" לתפיסת מעמדו ומלאכתו של הביוגרף.

כמעט כמו האנתרופולוג היוצא לעבודת שדה, טוען הולמס, חייב הביוגרף להתמסר למעקב אחר פרטי חייו של גיבורו, ובלשון המטפורה, להשתדל להיכנס לנעליו ולחיות את חייו. היטמעות שכזו מאפשרת הבנה אמיתית של ההחלטות והפעולות שביצע גיבור הביוגרפיה. מצד שני, היא מערבת ומטשטשת את הגבולות בין המחבר לבין גיבור יצירתו. מה מונע את המעבר מתחומה של האמת ההיסטורית אל עולם הדמיון של המחבר? הביוגרף, אומר הולמס, גם כשהוא מבקש להיכנס לנעליו של גיבורו המת חייב לדעת, כי אין הוא יכול "לברוא חיים". המעקב, הניסיון לשחזר את חייו של הגיבור, יוצר את התנאים להבנתה, אך מחייב את המחבר לעצור על סיפה של האשליה, שאפשר להחיות את המת וליצור חים חדשים. הביוגרף עוסק תמיד רק בפרשנות על נשוא יצירתו.

הולמס עוסק באנשים – גיבורים היסטוריים. כמו ביוגרפים רבים, הוא מאמין בחשיבותו והשפעתו המכרעת של פרט, מנהיג, יוצר או מדען, על סביבתו ועל ההיסטוריה של דורו. ביוגרף טוב מחבר בין הגיבור ההיסטורי

התנועה הרומנטית היא תנועת שינוי והתחדשות שפרחה בסוף המאה ה־18 והציבה את האדם ורוחו המיוחדת והחד־פעמית כמשקל נגד לאידאולוגיות של הקולקטיב. התנועה הרומנטית התבטאה בשירה, באמנות, בספרות, במוסיקה, ואפילו ברוח המדע

לבין תמונת הדור שאליו הוא שייך ובמסגרתו הוא פועל. כשהולמס כתב על המשוררים הרומנטיים, כל אחד לכשעצמו ועם מאפייני ה"רומנטיקה" שלו, הוא הקפיד להבהיר לקוראיו, מדוע משתייכים יחידים אלה לקבוצה דורית הנתונה להשפעות דומות, שיש לה >>

>> מאפיינים משותפים ומוגדרים. כפי שבודדים משפיעים על תקופה, כך התקופה מעצבת את גיבוריה ומשפיעה על רעיונותיהם ופועלם.

"עידן הפלאות" הוא ביוגרפיה של דור מדענים מופלא. הפעם לא מדובר במשוררי התקופה "הרומנטית", אלא במדעני התקופה שפעלו בתחילת המאה ה־19. הטיעון שאיפשר להולמס לטפל בעבר במשוררים וביוצרים כקבוצה אחת, מאפשר לצרף לחבילה את אנשי המדע שפעלו בדור זה ולהתייחס אליהם כאל קבוצה מוגדרת ומובחנת. התואר "מדען" (scientist) הופיע לראשונה בתחילת המאה ה־19. בשנת 1834 הצדיק המשורר קולרידג' את השימוש במושג, כשהוא גוזר את הביטוי מן המילה "אתאיסט" (atheist). בשנת 1840 נכלל המושג במילון האנגלי של אוקספורד.

הולמס המודע לערך ולסגולות הספרותיות של הביוגרפיות שהוא כותב, מעניק לסיפורם של דור המדענים הרומנטיים מעמד של מחזה. על בימה מרכזית עולים הגיבורים, מציגים את הטקסט שלהם, במקרה שלנו את תגליותיהם המדעיות והשקפת עולמם, ומפנים מקום לשחקן הבא. כל אחד משפיע על חברו וכולם ביחד יוצרים סיפור היסטורי. כדי להדגיש את כוונתו, טרח המחבר לצרף לספר, בסיומו, כמו בתוכניה של כל הצגת תיאטרון, את רשימת כל המשתתפים בדרמה הגדולה שהציג.

כמו בכל מחזה, יש גם כאן שחקן ראשי שסביבו אורג הולמס את המסכת המרתקת. למרות שמדובר במדע, השחקן הראשי אינו המדען הגדול של תקופתו. ג'וזף בנקס – הציר שסביבו נשזר "עידן הפלאות" – נרשם בדפי ההיסטוריה בעיקר בזכות מסעותיו ותגליותיו. זוכרים לו את גילויה של טהיטי ואת הרשימות שהותיר על חייהם ותרבותם של הילידים הקריביים. כמרבית בני דורו הרומנטיים, הרבה בנקס לעסוק במשמעות החיים בטבע ובמחיר שמשלם בן התרבות על ניתוקו מן הטבע.

בעיני הולמס, חשיבותו המכרעת של בנקס היא בעובדה שהעמיד תשתית ארגונית למיסוד המחקר המדעי באנגליה. לאחר ששב ממסעותיו והתיישבה עליו דעתו, התמנה בנקס לנשיא "החברה המלכותית", הגוף שתרם יותר מכל לקידום המדע, טיפח קריטריונים מדעיים, קידם את אנשי המדע הבריטיים והצעיד את המחקר המדעי לשיאים שלא נודעו קודם לכן. המדענים הרומנטיקנים, כמו מבקש ריצ'רד הולמס לומר לנו, לא הסתפקו בהתבוננות בשקיעות ובלילות ירח או במלל פילוסופי, אלא עמלו על מיסודה, טיפוחה והחדרתה של השקפת עולמם.

גיבורי המשנה של המחזה המסעיר הזה מתועדים ומהוללים בדפי ההיסטוריה של התפתחות המדע: ביניהם סר ויליאם הרשל (1738–1822), האסטרונום והמלחין, שהחל את מחקריו כמדען חובב, המשיך כבונה טלסקופים בעל מוניטין, ואף גילה את כוכב הלכת אורנוס. כדי להדגיש עד כמה הסיפור שהוא מגולל הוא "רומנטי", מרחיב הולמס את הטיפול בהרשל המדען, וכולל בו את סיפורה של אחותו קרולינה, שהקדישה את חייה לרווחת אחיה, אך גם היתה עזר כנגדו בתגליותיו המדעיות. היא בילתה לילות לא מעטים בתצפיות על כוכבים נעלמים, ובסופו של דבר זכתה שגם על שמה נקראו כמה כוכבים. הקורא מוזמן להשוות את סיפורם של ההרשלים לעלילת המשורר פרסי שלי ואשתו, מרי שלי, שנחזור אליה בהמשך.

אבל שני הגיבורים המרכזיים של "עידן הפלאות" הם אנשי מדע גדולים: סר המפרי דיווי ומייקל פאראדיי. עלייתם ממעמד של שוליות ועוזרים לדרגת חלוצי המדע מדגישה את טענת היסוד של התפיסה הרומנטית – הכל אפשרי ותלוי ברוח האדם. הפריצה הגדולה של המדע לא התרחשה בין כותלי המוסדות להשכלה גבוהה ובקרב אצילים, אלא הגיעה מלמטה. תוצאות הפריצה לא נשארו נכסים של אקדמיות מנותקות, אלא חזרו אל העם. דיווי שירת את המדע, אך היה קשוב לרחשי הלב של המעמד הפשוט ממנו בא. עולם הכימיה מכיר לו תודה והערכה על גילויים של האשלגן והנתרן, אבל אין זה מקרה שמבין כל תגליותיו וחידושיו הגדולים, יצא שמו למרחוק בזכות פנס הבטיחות שהמציא, ששירת בנאמנות עשרות־אלפי כורים שעבדו במכרות הפחם בממלכה המאוחדת ומנע אסונות נוראיים.

בנקס (1743–1825) היה בוטניקאי מוכשר וחוקר צמחים. אנגליה נהגה לשלוח אנשי מדע למחקר ברחבי העולם, ובנקס הצטרף להפלגה ארוכה עם הקפטן קוק בספינה המפורסמת "אנדוור"

החברה המלכותית (לשיפור הידע במדעי הטבע) נוסדה בשנת 1660 ומאז הפכה לאחד הגופים החשובים ביותר בתולדות המדע. בראשה עמדו גדולי אנשי המדע הבריטיים, כמו ניוטון וקלווין, וכל תגלית מדעית הוצגה בגאווה לפני חבריה

ריצ'רד הולמס חושף גם את עולמו הפנימי של דיווי. מתברר, כי נוסף על עבודתו במעבדות החברה המלכותית הרבה סר המפרי לכתוב שירה, כיאה לדמות של יוצר רומנטי מיוסר. דיווי השקיע בשירתו את כל צער עולמו וגעגועיו לנעורים, לאהבה, לקרבה ולחום אנושי.

עוד ציר מרכזי ומרתק בספר הוא סיפור אישיותה ופועלה של מרי שלי. שלי, מחברת הספר הקלאסי "פרנקשטיין", מגלמת בכתיבתה, אישיותה ומהלך חייה את לב־ליבו של החיפוש הרומנטי. היא פעלה לצד משוררי הרומנטיקה הגדולים, כמו לורד ביירון, והצליחה ביצירה אחת גדולה לבטא את הכמיהה הרומנטית להתחדשות. פרנקנשטיין או פרומותיאוס המודרני כבר מזמן אינו נחשב סתם לסיפור אימים משעשע או לניסוי ראשון במדע בדיוני. הסיפור המופלא עוסק ביצירת חיים ומשמעותם. איש צעיר, מדען אם תרצו, הופך עצמו לאל ומפיח חיים ביצור המורכב מחלקי גופות. המפלצת שנוצרת אינה טובה או רעה, ויוצר המפלצת אינו יודע כיצד להתייחס ליצירתו. פרשנות מודרנית של היצירה מציגה את "פרנקשטיין" כאבן דרך בחיפושיהם של היוצרים הרומנטיים אחר נפש האדם וקיום מסוג אחר.

מרי שלי, כמו המדענים בני תקופתה שקראו את ספרה ואת שירתם של חבריה, לא חדלה לעסוק בשאלות היקום והטבע. לכל פריצת דרך בתחום המדע והגילוי של סודות

מימין: האמפרי דיווי, מייקל פארדי, מרי שלי, ויליאם הרשל, ג'וזף בנקס / ויקישיתוף

הטבע, נתלוותה תהייה עמוקה על סוד הבריאה ועל קיומו של האל. המדענים הרומנטיים עסקו בניסיון לפענח את סודות הבריאה ובמשמעותם העמוקה של החיים והטבע. נדבך על גבי נדבך הם הסבירו את רזי העולם וניסו לתת לו משמעות. זו היתה תקופה שבה האדם השתלט על הטבע והכל נראה אפשרי. גם אם לא הודו בכך, אפילו בינם לבין עצמם, בעיקר מיראת המשמעויות המוסריות, הדתיות והחברתיות של מעשיהם, הם החלו לחשוף עולם, שהאדם קיבל בו תפקיד מרכזי ושתפקידו של האל הכל־יכול הסתבך והתערפל.

ככל שהיוצרים הרומנטיים העמיקו לחקור בנבכי נשמתם ואישיותם, הם הגבירו וחיזקו את מעמדו וערכו של היחיד מול עולם הטבע הגדול. מדעני עידן הרומנטיקה הפלאי חשפו את סודות היקום וכמו עקרו אותם מידיו של הכל־יכול המסתיר את דרכיו. לא ירחק היום והמדע יעלה את האפשרות שצריך להתרגל לחיות בעולם שאין בו אל בורא כל. המדענים הרומנטיים הכשירו את הקרקע לצ'רלס דרווין והניחו את היסודות למחקריו ולתגליותיו.

רעיון התורשה וההתקדמות, הטענה על התפתחות התרבות האנושית כמעין שלשלת שבה כל דור מעביר אל הדור שבא אחריו את עיקרי גילוייו וחידושיו, וזה ממשיך את המסע המופלא אל החשיפה הגדולה של האמת – רעיון זה מרכזי מאוד בכתיבתו ובטיעוניו של ריצ'רד הולמס. ניוטון העמיד את משל הגמדים הניצבים על כתפי ענקים, ולפיכך הם מיטיבים לראות. למשל זה מתייחסים בדרך כלל רק כהצטנעות של גאון הרוצה להחמיא לקודמיו. אפשר להסתכל על משל זה מזווית הקשר שבין דור לדור וסוגיית התפתחות התרבות האנושית. ריצ'רד הולמס נדרש לטענה זו במבנה הספרותי של יצירתו, שבו כל פרק וכל גיבור נקשרים בפרק שבא אחריהם ובהישגיהם של קודמיהם. המבנה הדרמטי של ה"הצגה" מעצים מאוד את תוקפו של המסר. העשייה התרבותית והעשייה המדעית אינן מתרחשות בחללים ריקים; גם היוצרים הרומנטיים פועלים במסגרת חברתית. העובדה שהישגי המדע הגדולים ביותר ניזונו מסביבתו המקדמת והמעודדת של מוסד ממלכתי רשמי אך מחזקת את הסיפור.

המדענים, המשוררים והאמנים הם הגיבורים הגדולים של עידן מופלא זה. הם לא פועלים בחלל ריק. המסגרות החברתיות, המוסדות המלכותיים למיניהם היו שותפים נאמנים, שבלעדיהם לא היו באות לעולם פריצות הדרך הגדולות. מוסדות אלה לא היו מגדלי שן מבודדים המרוחקים מן הציבור ומרחיקים אותו. השכבות החברתיות המובילות התעניינו מאוד בהישגי המדע ובתגליותיו. הם גם צרכניה הנלהבים של היצירה הרומנטית בתחומים אחרים. הלורד ביירון, גדול המשוררים הרומנטיים, נהג לבקר בהתכנסויות פומביות של החברה המלכותית, וקולרידג' אף הרצה בה. התיאורים ביומניהם ובכתביהם על ביקורים אלה מפתיעים בחיוניותם. שילוב בין כוחות שונים יצר רוח חדשה, רוח של תקופה, ורוח כזו מניעה אנשים קדימה.

בספר מופיע ציור משעשע משנת 1801, המתאר התכנסות פומבית באחד מאולמות המוסד המלכותי. ההרצאות במוסדות המלכותיים המדעיים הללו היו ההצגה הטובה ביותר בעיר. לקהל הצופים המהוגן לא היה כל ספק, כי יש קשר מהותי ואמיתי בין היצירה הספרותית והאמנותית של דורם למעשה הגילוי המדעי. אחרי ככלות הכול, כאשר דיווי ביקש להשיח את נפשו ולכתוב על אהבותיו ותקוותיו, הוא נדרש לנוסחאות הכתיבה וההתבטאות של המשוררים הרומנטיים.

ריצ'רד הולמס פותח את ספרו בסיפור־וידוי אישי מאוד. כשהיה תלמיד בבית הספר לא הצטיין בלימודי הטבע, ועם זאת לא חדל מעולם להתפעל מקסמי הניסויים של המורים לכימיה. יצירתו של גביש צבעוני ומופלא במעבדת בית הספר נדמתה לו כמעשה פלא. שם, במעבדה, מול מורה שאינו מאמין לתלמיד הנבוך שאכן זה מעשה ידיו, נטמן גרעינו של הספר על חלוצי המדע בעידן הרומנטי. לקוראיו ולתלמידיו הרבים של ריצ'רד הולמס לא נותר אלא לחכות לכרך הבא של המרדף הרומנטי. הוא יעסוק כנראה במוסיקאים הגדולים, אלו שהסעירו לבבות ומילאו אולמות קונצרטים באנגליה של התקופה הרומנטית. ■

פרופסור אלי שאלתיאל הוא היסטוריון, עורך "ספריית אפקים" בהוצאת הספרים עם עובד, מרצה במכללה האקדמית ספיר ועמית בכיר במכון הישראלי לדמוקרטיה

Modern Painters (from 1873), 2008, Altered Books, 9-1/8" x 7" x 6-3/4"
Image courtesy of the Artist and Kinz + Tillou Fine Art

ליאו קורי / דימויים: בריאן דטמר

"בטקסט המדעי הקוראים מצווים להעמיד במבחן הספק והביקורת כל מילה המועברת להם. כשהוא ניגש אל טקסט מדעי, בורחס מזמין אותנו לדחות את אי־האמון שאנו מחויבים לו באופן טבעי, לבדות בליבנו כי הבנו, ולהשתתף אגב כך, בהדרכתו, במעשה שיתמקד אך ורק במימדים האסתטיים של הרעיונות שמוצגים בפנינו"

טובעים ב(מ)ספרים

כך נראה היקום: הוא מורכב מכמות סופית בלתי נתפסת של פריטים המסודרים בכמות כמעט אינסופית של צירופים – מבוך עצום, שאנו יכולים רק לשוטט בו בהנאה ובצניעות. חורחה בורחס, גדול סופרי ארגנטינה, הפליא להשתמש ברעיונות מתמטיים פילוסופיים ומדעיים כמטפורות לקיום האנושי בעולם. איך מתבטאת המתמטיקה בכתיבתו ואיך הצליח סופר גדול לדמיין ולתאר באופן מוחשי רעיונות כל־כך אבסטרקטיים, עד שהם נוגעים בבסיס החשיבה המתמטית

■ בשנת 1980 הוזמן חורחה לואיס בורחס להרצות במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס. בהיותו אחד הסופרים המפורסמים של המאה ה־20, ובגילו המופלג באותה עת, היה בורחס כבר רגיל למלא אולמות במעריצים נלהבים, המבקשים לשתות בצמא את דבריו. על אף שבצעירותו היה אדם מופנם וביישן באופן קיצוני, בורחס למד לחיות עם מעמד האינטלקטואל הסלבריטאי שנבנה סביבו לאורך השנים, ואף ליהנות ממנו.

ובכל זאת, היה משהו מיוחד באירוע מתוקשר זה, שהתקיים באחד המקדשים המודרניים של המדע והטכנולוגיה, ושבו נפגשו, באולם עמוס לעייפה, מהנדסים ומדענים בכירים עם ישיש, שתהילתו ופרסומו נבעו בעיקרם מאוסף של טקסטים חידתיים, שלא לומר סתומים, שבמרכזם דיונים על תיאולוגיות נשכחות וספרים מדומיינים, המוקדשים למשנות שלא היו ולא נבראו.

"**קשה לחשוב על הדרך הנכונה להציג כאן סופר**", פתחה את הדיון יושבת הראש, "**אשר יצירותיו שוללות את עצם מציאות קיומנו**". חברי פאנל שאלו שאלות מלומדות, שעליהן ענה בורחס בדרכים פחות או יותר צפויות, או שלא ענה כלל. כאשר הגיע תורו של האסטרופיזיקאי שבחבורה, הוא פנה בהתלהבות לא מוסתרת לאורח המכובד כדי לבשר לו, שסיפורו המהולל "**גן השבילים המתפצלים**" הטרים את התובנות החשובות של האלקטרודינמיקה הקוונטית של ריצ'רד פיינמן, חתן פרס נובל ומהבולטים שבין הפיזיקאים במאה ה־20. בתגובתו של בורחס נרשמה אחת מנקודות האנטי־קליימקס המובהקות של הערב: "**תורת הזמן המופיעה במרכז הסיפור**", הודה הסופר, "**הועתקה כלשונה מהספר *Appearance and Reality* מאת פראנסיס הרברט בראדלי (Francis Herbert Bradley)**". מן הסתם, רק מיעוט מבוטל מבין יושבי האולם

<<

ידע באיזה ספר מדובר ומיהו מחברו. אפשר להבין את האכזבה שחש בוודאי המדען: לא רק שבורחס לא הגה בספרו שום רעיון מקורי בדבר הזמן, אלא שבעצם הוא השאיל את רעיונותיו ממחבר שלא היה מדען בעל תרומה מהפכנית לפיזיקה.

הציפייה הנלהבת של האסטרופיזיקאי הבוסטוני (שבדומה למדענים רבים הכיר והעריץ, ככל הנראה, את סיפוריו של בורחס), ומנגד – תגובתו הצוננת של הסופר, מתמצתות, לדעתי, את הקושי שמעורר כל ניסיון לדון במקומם של הרעיונות המדעיים ביצירתו של בורחס. העושר הרעיוני שמאפיין את כתיבתו וסגנונו החידתי והמתעתע פותחים פתח רחב לניתוחים מלומדים והארות מתוחכמות. עקב כך, פרשניו הרבים מספור חוטאים לעתים קרובות בלהיטות יתר לגלות רעיונות מדעיים מקוריים בספריו (ומטעים בעניין זה, כמו גם בעניינים אחרים).

ברדלי היה פילוסוף אידיאליסט אנגלי, בעל השפעה לא מבוטלת בקרב חוג יחסית מצומצם של פילוסופים דוברי אנגלית. בספרו מ־1893 פיתח טיעונים מטפיזיים מקוריים כדי להסביר איך הרעיונות שבעזרתם אנו מנסים להבין את העולם (זמן, מרחב, "אני", תנועה, סיבה, ועוד) מובילים תמיד לסתירות לוגיות

בורחס היה אדם משכיל מאין כמותו ובעל אופקים אינטלקטואליים שקשה לשערם. נכון גם, שרעיונות פילוסופיים ותיאולוגיים מסוגים שונים אכן משחקים תפקיד חשוב ביצירתו. מסקרן מאוד, ולעתים אף מאיר עיניים, לפענח את הדרכים שבהן גילויים מדעיים מסייעים בהרחבת אופקי הדמיון היוצר של סופרים ואמנים מהסוג של בורחס. אבל חשוב לזכור כל העת, שכתיבתו של בורחס מעולם לא נועדה לפתח מערכות פילוסופיות או לקדם ראיית עולם תיאולוגית כלשהי, ובוודאי שלא לנסות ולחזות את כיווני ההתפתחות של הפיזיקה המודרנית, כפי שפרשנים מודרניים אחדים ממהרים לטעון.

משנות וחוויות מיסטיות מתרבויות שונות מקבלות מקום מרכזי ביצירתו, אבל רק כחומר גלם בסיסי שעליו מושתת פועלו האמנותי, ולא משום התנסותו האישית בחוויות כאלה, או מתוך ניסיון לשדל את קוראיו להתנסות בהן. כאשר רעיונות מדעיים מופיעים ביצירתו, יש לראות בכך, מעל לכל, מקרה מעניין נוסף של אותה דרך ספרותית טיפוסית ומיוחדת לבורחס, שבה לא היו לו מתחרים: להתבונן ולהתעמק ברעיונות שפותחו בתחומים שונים של התרבות האנושית (רעיונות פילוסופיים, תיאולוגיים, מטפיזיים, מיסטיים או אף מדעיים), תוך התעלמות מוחלטת משאלות של אמת או של תקפות, יכולת ניבוי או קוהרנטיות לוגית, ולהתמקד אך ורק בהיבטים האסתטיים העמוקים שלהם כבסיס לכתיבת ספרות משובחת.

מדענים, ובייחוד מתמטיקאים ופיזיקאים תיאורטיים, נוהגים להדגיש את הממד האסתטי של הרעיונות המדעיים. לעתים הם מקדישים מזמנם לכתיבת ספרים מנומקים, גדושים בדוגמאות, על מנת לנסות ולהסביר לציבור הרחב באיזה אופן שיקולים אסתטיים מרכזיים בעשייה המדעית

חורחה לואיס בורחס / תמונה: ויקישיתוף

לא פחות מאשר בעשייה האמנותית. מי שהתנסה מקרוב בעשייה מדעית יודע במה דברים אמורים, אבל ספק אם הציבור שאליו מופנים אותם ספרים, אכן מצליח להתחבר למשמעות הדברים.

בורחס בהחלט הכיר בקיומו של הממד האסתטי של הרעיונות, כולל המדעיים, ודווקא בו ביקש להתמקד בכתיבתו. הוא לא ניסה להסביר אותו לקוראיו בעזרת נימוקים וטיעונים מובנים, כי אם בדרך של "**מטפורות אפיסטמולוגיות**" (מונח מוצלח וקולע שאומברטו אקו טבע לצורך זה).

אלמנט מרכזי בכתיבתו, אם כן, הוא היכולת להטמיע בהצלחה מרובה רעיונות פילוסופיים ומדעיים במסגרת עלילת סיפוריו. הרעיונות הללו הופכים להיות "גיבורים מרכזיים" בסיפורים, ואילו הדמויות האחרות המופיעות בסיפור משמשות להם בעיקר רקע, תפאורה ומסגרת. באמצעות המטפורה שהסיפור מגלם, יכול בורחס לייצר מרחבים דמיוניים עצומים סביב הרעיונות שבהם הוא מטפל, ולאפשר לקוראים לטייל בהם כשהוא משמש מדריך שמצביע על הפינות היפות ומאיר את האתרים המיוחדים שנוצרו במרחב הזה. הדאגה האחרונה של בורחס במסגרת כתיבתו היא תקפותם של הרעיונות המשמשים בסיס

"בורחס ידע להתבונן ולהתעמק ברעיונות שפותחו בתחומים שונים של התרבות האנושית (רעיונות פילוסופיים, תיאולוגיים, מטפיזיים, מיסטיים, או אף מדעיים) תוך התעלמות מוחלטת משאלות של אמת או של תקפות, יכולת ניבוי או קוהרנטיות לוגית, ולהתמקד אך ורק בהיבטים האסתטיים העמוקים שלהם כבסיס לכתיבת ספרות משובחת"

למטפורות, או מידת החידוש שבהם. חשוב לו רק שהסיפור ירתק את קוראיו, כדי שימשיכו לרצות ולהתלוות אליו במסע, על אף שלעתים הוא יכול להיות מייגע.

לאורך כל יצירתו של בורחס עובר כחוט השני רעיון הפעולה האסתטית. זהו רעיון שמאפשר לנו פרספקטיבה מועילה להבנת מקומם של מוטיבים מדעיים בכתביו. "**המוזיקה, מצבי האושר, המיתולוגיה, הפנים שהזמן חרש, שקיעות אחדות ומקומות אחדים**", כתב בורחס בדיון אגבי על רעיון הפעולה האסתטית, "**כל אלה רוצים להגיד לנו משהו, או אולי כבר אמרו לנו משהו שהחמצנו, וחבל, או שמא הם עומדים עתה להגיד משהו: התגלות שכזו, הממשמשת ובאה אך לעולם לא מגיעה, היא־היא, אולי, הפעולה האסתטית**".

בורחס והמתמטיקה

מבין התחומים המדעיים שסיפקו לבורחס רעיונות לכתיבת "מטפורות אפיסטמולוגיות", בולטת במיוחד המתמטיקה. קוראים בעלי רקע בתחום מודעים לא רק לשימוש שלו ברעיונות בעלי טעם מתמטי, אלא גם לקרבה שבין האסתטיקה המאפיינת את כתיבתו לבין זו שהמתמטיקאים מייחסים לתחומם הם: אסתטיקה מְבנית שנובעת מהדיוק הניסוחי הקר והמרוחק לכאורה, מגילוי סימטריות וקשרים בלתי צפויים, ומטיפול עיקש ברעיונות מופשטים, כלליים וחמקניים.

בורחס עצמו כתב פעם, שרעיונות כלליים עשויים לעורר אצלו רגשות עזים יותר ממקרים פרטיים. ברבים מסיפוריו הוא ממטיר על הקורא שפע אזכורים ודוגמאות הקשורים ברעיון שעליו הוא מספר, ומפתח עלילות מקבילות ווריאציות על הנושא המרכזי, עד שבסופו של דבר הוא מתמקד בנושא מופשט אחד, שתמציתו רוחשת כל העת מתחת לפני העלילה והיא משמשת לו מטפורה. כך יכול לפעול גם המתמטיקאי בחקירתו: הוא בוחן את מושא המחקר מזוויות שונות, מתבונן בדוגמאות שהקשר ביניהן לא תמיד גלוי לעין, עד שבסוף הוא מחלץ את המשפט המתמטי הכללי, שמסכם ומתמצת באופן מופשט את מה שהדוגמאות הקונקרטיות יכלו רק לרמוז עליו.

שליטתו המוגבלת של בורחס במתמטיקה התבססה בעיקר על קריאה בספרות פופולרית ובמספר קטן של טקסטים בעלי אופי פילוסופי, בעיקר מפרי עטו של ברטראנד ראסל. בסקירה קצרצרה שכתב עוד ב־1941 על *Mathematics and the Imagination* , ספר מדע פופולרי שפרסמו אדוארד קסנר וג'יימס ניומן, ושזכה לתפוצה ניכרת בתקופתו, ציין בורחס שמעלתם של ספרים כאלה היא, שהם "**מתארים בבהירות את תענוגותיה המיידיים והנגישים של המתמטיקה, כאלה שאפילו איש רוח פשוט יכול להבינם, או לפחות לבדות בליבו שהוא מבין**". "לבדות בליבו שהוא מבין" הוא ביטוי שכדאי לא לשכוח במסגרת דיוננו, שכן סיפוריו של בורחס הם בדיות שמקורן ברעיונות שהבין, או בדה בליבו שהבין. בין "**תענוגותיה המיידיים והנגישים**" של המתמטיקה שאליהם התוודע בורחס אגב קריאה בספר זה, הוא כלל נושאים שישובו ויופיעו מאוחר יותר, בדרכים שונות, בסיפוריו המוכרים: "**האינסוף**", "**הפרדוקסים של הלוגיקה**" ו"**הממד הרביעי**".

לאור דברים אלה אפשר לדבר על סיפור מוכר של בורחס – "**האלף**", למשל – כעל מטפורה אפיסטמולוגית הבנויה סביב רעיון האינסוף. האינסוף תמיד קסם לבורחס והעסיק את דמיונו. "**ישנו מושג אחד**", הוא כתב פעם, "**המשחית ומעוות את כל האחרים. אינני מתכוון לרוע, אשר תחום חלותו מוגבל לאתיקה בלבד. כוונתי היא לאינסוף**". האינסוף העסיק גם פילוסופים רבים שאת כתיבתם הוא הכיר, אך את המפתח להבנת המושג הוא מצא בתורה המתמטית של גאורג קנטור. תורה זו פותחה בסוף המאה ה־19, ומאז נמצאות השלכותיה הטכניות בליבה הקלסית של המתמטיקה כולה. עם זאת, זו דוגמה טובה לתיאוריה מתמטית אשר "**תענוגותיה המיידיים**" באמת נגישים גם למי שאיננו בעל רקע מתמטי מובהק, כמו בורחס.

קבוצה אינסופית מוגדרת על־ידי קנטור כקבוצה שבה השלם יכול להיות שקול בגודלו לאחד מחלקיו, וזהו רעיון שקסם לבורחס. בנוסף, זו תורה שמאפשרת להבדיל בין גדלים שונים של קבוצות אינסופיות (רעיון מפתיע למדי בפני עצמו), ולצורך ציון הגדלים השונים הללו קנטור אימץ את האות העברית **אל"ף**: $א_0$, $א_1$, וכו'. ההקשר הקבלי של האות הראשונה >>

"בורחס ממטיר על הקורא שפע אזכורים ודוגמאות הקשורים ברעיון שעליו הוא מספר, עד שבסופו של דבר הוא מתמקד בנושא מופשט אחד, שתמציתו רוחשת כל העת מתחת לפני העלילה והיא משמשת לו מטפורה. כך יכול לפעול גם המתמטיקאי בחקירתו: הוא בוחן את מושא המחקר מזוויות שונות, מתבונן בדוגמאות שהקשר ביניהן לא תמיד גלוי לעין, עד שבסוף הוא מחלץ את המשפט המתמטי הכללי"

במילה העברית "אינסוף" היה מכריע בבחירתו של קנטור, וקשה להיות מופתע מכך שהשילוב הזה, אינסוף מתמטי ואינסוף קבלי, קסם כל־כך לבורחס.

ה"אלף" בסיפור של בורחס הוא **נקודה אחת**, שבה מתכנסות כל נקודות המרחב וכל אירועי היקום בעת ובעונה אחת, אבל בלי להתערבב זה בזה. האלף מתגלה בכל הדרו לנגד עיניו המשתאות של בורחס במרתף של בניין מגורים, חסר הדר בעליל, במרכז העיר בואנוס איירס. התיאור המפורט של מה שראו עיניו, הוא בעצם מטפורה מחודדת לרעיון המתמטי של האינסוף שהצטייר בדמיונו הספרותי הפורה, ובעצם הסיפור כולו נועד לשתף את הקוראים בחווייתו האסתטית/אינטלקטואלית בעת המפגש עם רעיון האינסוף. כך אנו מגיעים לקטע היפה שבמרכז העלילה, כאשר הוא מספר לנו על האינסוף הגלום באלף:

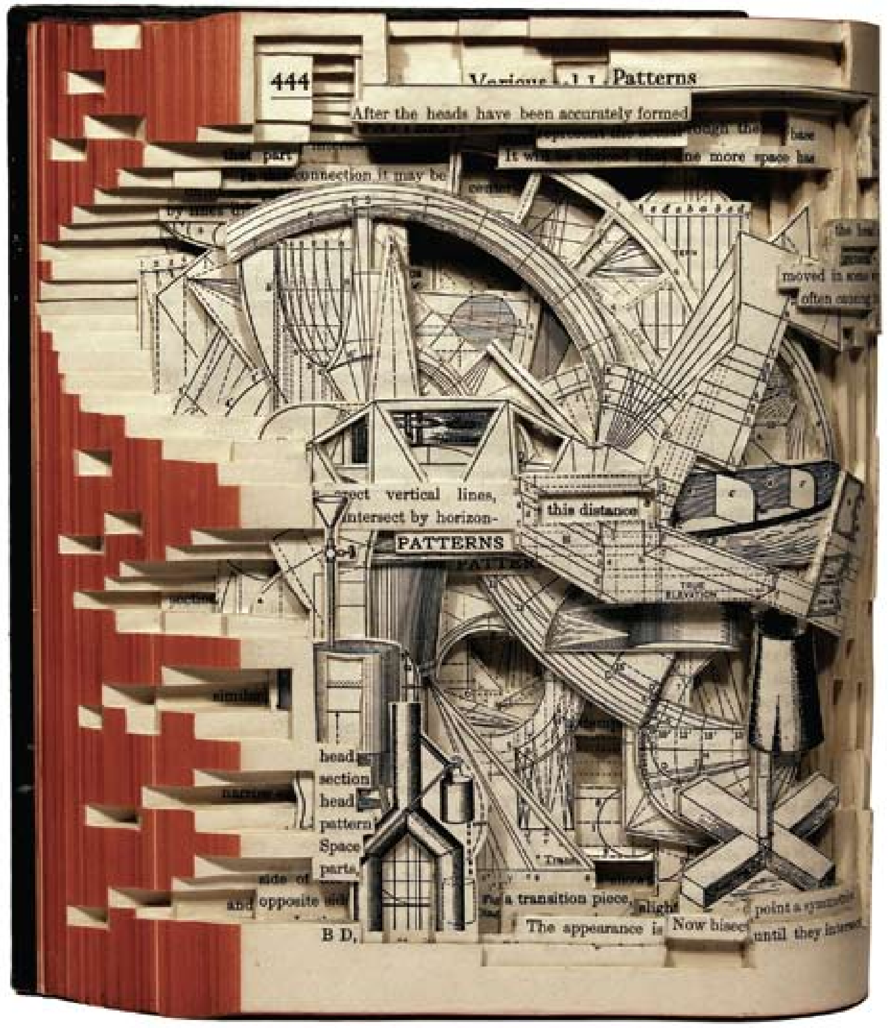
"כל דבר... היה אינספור דברים, שכן ראיתיו בבירור מכל הנקודות ביקום. ראיתי את הים הרוחש חיים, ראיתי את הזריחה ואת השקיעה, ראיתי את המוני האדם של אמריקה, ראיתי קורי עכביש כסופים במרכזה של פירמידה שחורה, ראיתי מבוך פרוץ (הייתה זו לונדון), ראיתי עיניים קרובות, רבות עד אין קץ, הבוחנות בי את עצמן כבראי, ראיתי את כל המראות בכדור הארץ מבלי להשתקף אף באחת מהן, ראיתי בחצר אחורית ברחוב סולר את אותן מרצפות שראיתי לפני שלושים שנה בפרוזדור של בית אחד בפראי־בנטוס, ראיתי אשכולות־ענבים, שלג, טבק, עורקי מתכת, אדי מים, ראיתי מדבריות משווניים קמורי גבעות על כל גרגר חול שבהם, ראיתי באינוורנס אישה שלא אשכח לעולם, ראיתי את שפעת שערה הפרוע, את יציבתה הגאיונה, ראיתי סרטן בחזה, ראיתי עיגול עפר יבש במדרכה במקום שצמח בו פעם עץ... עותק של התרגום הראשון לפליניוס... ראיתי בעת ובעונה אחת כל אות בכל דף (בילדותי הייתי משתומם על כך, שהאותיות בספר סגור אינן מתערבבות ואינן אובדות במשך הלילה), ראיתי את הלילה ואת היום בו־זמנית... ראיתי את חדר השינה שלי ריק מאדם, ראיתי בחדר עבודה באלקמאר גלובוס של יבשות וימים בין שתי מראות המכפילות אותו בלי סוף, ראיתי סוסים סעורי רעמה על שפת הים הכספי עם שחר, ראיתי את מבנה העצמות העדין של יד, ראיתי שרידי חרב שולחים גלויות־דואר... ראיתי את צלליהם האלכסוניים של שרכים על רצפתה של חממה אחת, ראיתי נמרים, בוכנות, ביזונים, צבאות, תנודות של גאות ושפל, ראיתי את כל הנמלים עלי אדמות, ראיתי אצטרולב פרסי... ראיתי את מחזור דמי האפל, ראיתי את מערבולת האהבה ואת התמורה שבמוות, ראיתי את האלף מכל נקודות הראות, ראיתי באלף את כדור הארץ ובכדור הארץ ראיתי שוב את האלף ובאלף את כדור הארץ, ראיתי את פני וקרבי, ראיתי את פניך וראשי הסתחרר עלי ובכיתי, שכן ראו עיני את העצם המסתורי והמשוער הזה, שבני־האדם נטלו לעצמם את הזכות לנקוב בשמו, אך שום אדם לא ראהו מעודו: את היקום הבלתי מושג".

הפעולה האסתטית המגולמת בסיפור הזה, אם כן, היא דוגמה ומופת להישג ספרותי ייחודי, שברקע שלו רוחשים רעיונות של המתמטיקה המודרנית (אבל לא רק).

ספרייתו של האלוהים

רעיונות מתמטיים נוכחים באופן מובהק גם ב"הספרייה של בבל", סיפור שזכה לפרשנויות אינסופיות וקנה לו קוראים נלהבים לא פחות מ"האלף". הספרייה שעומדת במרכז עלילת הסיפור היא מטפורה של היקום, ושל האפשרות לדעת את היקום. כמו בסיפורים רבים אחרים שלו, גם כאן מופיעים בערבוביה אותם מוטיבים שמזוהים כל־כך עם יצירתו של בורחס: הספרייה עצמה, מבוכים, מראות, האינסוף, הכאוס מול הסדר ועוד. הספרייה ממוקמת בבניין הבנוי מאינספור אולמות בצורת משושה, זהים זה לזה ומחוברים זה לזה באמצעות פרוזדורים. במרכזו של כל אולם יש פיר עמוק לאוורור. יש גם סולם לולייני שמחבר אולמות עליונים ותחתונים עד אינסוף. בכל פרוזדור יש שני קיטונים וגם ראי המשקף דמויות באופן מדויק. הספרים מסודרים לפי היגיון כפייתי. בכל קיר בספרייה יש חמישה מדפים, ועל כל מדף יש 32 ספרים. כל ספר מכיל 410 דפים, בכל דף 40 שורות, ובכל שורה כ־80 אותיות שחורות. תוכן הספרים מורכב מכל הצירופים האפשריים של 22 האותיות, פסיק נקודה ורווח – סך הכל 25 סימנים.

הצירופים האקראיים של הסימנים מבשרים על כאוס טקסטואלי שיימצא בתוך הספרים. אכן, באחד המשושים, למשל, יש ספר שכל עמודיו וכל שורותיו מציגים את הצירוף MCV. ספר אחר, שלטענת בורחס הבריות מרבים לקרוא בו, איננו אלא "מבוך של אותיות", אבל בעמוד לפני האחרון אנו קוראים: "הו זמן, הפירמידות שלך". מצד שני, בתוך הכאוס המוחלט הזה, וכתוצאה ממנו, ברור שהספרייה מכילה **כל ספר שנכתב אי־פעם, וכל ספר שייכתב בעתיד ובכל השפות האפשריות.**



Pattern Layouts, 2008, Altered Book, 9-3/4" x 9" x 2-1/2"
Image courtesy of the Artist and MiTO Gallery

כמו ב"האלף", גם כאן מרגיש בורחס צורך לפרט באוזני קוראיו לְמה הוא מתכוון ברעיון כה פשוט וישיר, כמו "כל הספרים" שנכתבו או ייכתבו אי־פעם, וכך הוא כותב:

"תולדות העתיד לפרטיהן, האוטוביוגרפיות של רבי־המלאכים, הקטלוג המהימן של הספרייה, מילין על גבי מילין של קטלוגים מזויפים, הוכחת זיופם של הקטלוגים הללו, הוכחת זיופו של הקטלוג האמיתי, האוונגליון הגנוסטי של בסילידס, הפירוש לאוונגליון הזה, הפירוש לפירוש האוונגליון הזה, התיאור האמיתי של מותך, הגרסה של כל ספר בכל הלשונות..."

בורחס מזהיר את הקוראים כי מדובר בכמות ענקית ובלתי נתפסת אולי של ספרים שונים בספרייה, אולם בשום אופן לא במספר אינסופי, שהרי מספר האותיות שיש בכל ספר הוא קבוע, ולכן מספר הצירופים בעלי הגודל הקבוע הזה, שבנויים מתוך 25 הסימנים הרלוונטיים, הוא מספר סופי. אבל בורחס רומז באופן ברור לכך, שגם אם זה מספר סופי, הרי שבגודלו הבלתי משוער יש כדי לגמד ולהחריד אותנו. בורחס צדק בהערכתו זו, ובמובן הזה הסיפור מדגים את יכולתו הייחודית למצות דימויים והשלכות ספרותיות מתוך רעיונות מתמטיים יסודיים.

מעניין להיווכח כי בגישה מתמטית מעט יותר טכנית וממוקדת, כזו שחורגת אל מעבר לגבול "תענוגותיה המיידיים והנגישים" של המתמטיקה (אם כי עדיין בכלים פשוטים), ניתן להבין כמה השלכות מרחיקות לכת עוד יותר הנגזרות מן התיאור שלו, ואשר בורחס, ככל הנראה, לא יכול היה להיות מודע להן.

ובכן, להלן דוגמה לחישובים שכבר נערכו על־ידי מתמטיקאים חובבי בורחס: כמה כרכים שונים יכולים באמת להימצא בספרייה המתוארת? כל ספר מכיל 410 עמודים בני 40 שורות, ובכל אחת מהן מודפסות 80 אותיות. אפשר להתייחס לספר כזה, אם כן, כרצף של $410\times40\times80$ – כלומר, 1,312,000 סימנים, כאשר כל סימן הוא אחד מבין 25 אפשריים. מכיוון שנאמר לנו כי אין בספרייה כולה שני ספרים זהים, הרי שמספר הדרכים לכתוב את הרצף של 1,312,000 סימנים (מתוך 25 אפשריים) הוא $25^{1,312,000}$. זהו באמת מספר גדול, וליתר דיוק, ניתן להדגים בחישוב לא במיוחד מסובך כי מדובר במספר שעובר אך במעט את הערך $10^{1,834,097}$. כלומר, מדובר במספר ספרים שעובר במעט את המספר המיוצג כ־1 ועוד זנב ארוך למדי של 1,834,097 אפסים אחריו. זה מספר גדול באמת, אולי גדול עד אימה, אבל – צודק בורחס – עדיין מספר סופי.

עד כמה גדול באמת המספר הזה? אפשר לחוש את סדר הגודל שבו מדובר על־ידי פנייה והתייחסות לידע הנוכחי שיש לנו על היקום. באופן מעט מופשט ומפושט אמנם, אפשר לומר שלפי המדע המעודכן ביותר, כל היקום כולו יכול להיות מוכל בצורה מרווחת בתוך קובייה בעלת צלע שאורכה 10^{27} מטר. כלומר, קובייה שנפחה 10^{81} מטר מעוקב: 1, ולאחריו זנב ארוך בן 81 אפסים. מספר ענק, אך קטן בהשוואה למספר הקודם. שהרי אפילו בהנחה הנדיבה שניתן להכניס 1,000 ספרים במטר מעוקב, נזדקק למספר גדול מאוד של יקומים בגודל של היקום שלנו, וליתר דיוק $10^{1,834,097}$ לחלק ל־$(10^{3}\times10^{81})$, כלומר ל־$10^{1,834,013}$ יקומים כאלה, על מנת להכיל את כל ספרי הספרייה של בורחס (רק ספרים; ללא מדפים, פרוזדורים, פירים, מראות או קיטונים)!

גם אם נכניס את הספרים הללו לפורמט דיגיטלי מודרני, כשרשרת ארוכה של ביטים אלקטרוניים המייצגים את הטקסט בצורה בינארית, לא נצליח להכיל את כל ספרי הספרייה של בורחס ביקום כפי שאנו מכירים אותו. יותר מזה, גם אם נצליח לצמצם לגודל של פרוטון את גודלו של הזיכרון הדרוש לאחסנה דיגיטלית של כל ספר (ואם נדמיין פרוטון כקובייה בעלת צלע של 10^{-15} מטר), נזדקק עדיין ל־$10^{1,833.971}$ יקומים כמו זה שלנו כדי להכיל את כל ספרי הספרייה של בורחס. ואם לבסוף, במקום להתייחס לספרים כאילו הם בגודל של פרוטון, ננסה לחשב את הממדים של ספרייה אמיתית, עם משושים, מדפים וספרים, הממדים יגדלו עוד יותר ויהפכו את הספרייה של בורחס ליצור דמוני וסיוטי במובנים הרבה יותר מוחשיים מאלה שבורחס עצמו שיער.

בעזרת מטפורת הספרייה בורחס ביקש להתייחס לנושא נוסף שעולה תדיר בכתיבתו – דהיינו, חרדת הקודש שבה ניגשים הקוראים לטקסטים ספרותיים. רק מחמת קדושה או עייפות נוצר טקסט "מוגמר", הוא אמר בהזדמנות אחת. בספרות אין טקסטים מוגמרים או גרסאות אולטימטיביות. מכיוון שכל ספר וספר הוא יצירה חד־פעמית, ולכן יקרת מציאות, בספרייה שלו, אובדן של ספר יחיד נראה על פניו כאירוע פגום מבחינה מוסרית, ובעצם כקטסטרופה אינטלקטואלית בממדים היסטוריים. אבל בורחס מרגיע מיד את קוראיו ומבהיר להם, שכל צמצום שיחול במספר הספרים, ושמקורו ביד אדם (שריפה, גריסה של כרכים נבחרים מטעמים פוליטיים וכו'), לא יהיה מורגש כלל.

כך, למשל, גם לאחר גריסה מכוונת היפותטית של **"דון קיחוטה"**, עדיין ייוותרו בספרייה "כמה מאות־אלפי עותקים בלתי מושלמים, שלא נבדלים ביותר מאשר אות אחת או פסיק" מן המקור. בורחס צדק בגישתו המרגיעה, ואילו ערך חישוב ממוקד יותר היה מגלה, שמדובר בעצם במספר הרבה יותר גדול משיער – דהיינו, בדיוק ב־31,488,000 כרכים, הנבדלים מהמקור בסימן אחד בלבד. ואכן, ההסתברות שקורא כלשהו יבחין בהבדל היא אפסית, ולכן **"דון קיחוטה"** לא יאבד למורשת האנושית גם לאחר גריסת הגרסה המוגמרת שלו.

בלי שניסה לחשב במדויק את גודל הספרייה במונחים שזה עתה ראינו, בורחס הבין שממדיה מתנגשים עם ייעודה המוצהר. אכן, גילוי טבעם של ספרי הספרייה הלהיב את דמיונם של בני האדם, הוא מספר לנו, שכן התברר שמספיק יהיה לחפש את הספר המתאים, כדי למצוא פתרון לכל תעלומה והצדקה מוסרית לכל מעשה. היו שקיוו למצוא בספרייה את ההסבר למקור שלה עצמה, או לקיומו של הזמן. אפילו הטענה שלשון הפילוסופים לא ממצה ולא מתוחכמת דיה כדי לספק מענה לשאלות כגון אלה, לא הדאיגה במיוחד, שכן אף השפה הבלתי נתפסת ביותר, הנחוצה אולי לצורך הסבר היקום, מצויה בספרייה, כשם שהמפתח להבנתה של שפה זו מצוי שם. אלא שכל השמחה והאופטימיות לנוכח אפשרות הבנתה הסופית של הספרייה על בסיס הספר הנכסף התבררו כמוקדמות מדי, משום שממדיה העצומים הופכים את החיפוש אחריו לחסר סיכוי. כך כתב בורחס, ואנחנו יכולים להוסיף על כך קצת דיוק חישובי לאור הדיון הקודם שלנו.

גם ספרן חרוץ, שיאריך ימים ויצליח לצעוד 50 ק"מ ביום במשך 100 שנים ברצף, יצליח לעבור בכל חייו מרחק השווה לזה שהאור עובר במשך דקה אחת, והאור, על מנת לחצות את היקום שלנו, נזקק ליותר מאשר 15,000,000,000 שנה. מכיוון שהספרייה (בגרסתה הפרוטונית) נזקקת ל־$10^{1,834,013}$ יקומים כמו שלנו, הרי שספרן בדמות של קרן אור יזדקק ללא פחות מאשר $1.5\times10^{1,834,023}$ שנים כדי לחצות את הספרייה מקצה לקצה – כלומר, $0.75\times10^{1,834,023}$ שנים בממוצע לחיפוש בין ספר לספר. וזה עוד לפני שחישבנו את הזמן שייקח לו לחפש בתוך הספר. אבל בגרסה אלקטרונית זמן הסריקה בספר בן 1,312,000 סימנים לצורך חיפוש מחרוזת נתונה הוא קצר מאוד, בהשוואה לזמן התנועה מספר לספר.

החיפוש אחר הקטלוג

הספרייה של בורחס נראית לנו כרגע יותר ויותר דמיונית ובלתי אפשרית פיזית. זה עוד לא הסוף. מסתתרת בה דוגמה מאירת עיניים של פרדוקס לוגי מהסוג האהוב על בורחס, שמוסיף נדבך נוסף לאופי הסיוטי של הספרייה שאותה תיאר. כפי שראינו, גם בלי חישוב מדויק בורחס הבין, שחיפוש אחר ספרים בספרייה כה גדולה מעלה מיד בעיה מהותית. למעשה, בעיות של חיפוש הן בעיות מורכבות גם בספריות פחות סיוטיות מזו של בורחס, ובורחס היה מודע היטב לכך, הן כספרן בפועל והן כהוגה של ספריות מדומיינות.

אחת הדרכים הבסיסיות להתמודד עם בעיות חיפוש היא יצירת קטלוג מתאים. בורחס מזכיר במפורש בסיפור, שבין ספרי הספרייה נמצא גם הקטלוג המהימן שלה. אם נתעלם לרגע מהבעיות הפיזיות של מרחב וזמן שהתגלו דרך החישובים המפורטים לעיל, עולה מיד בדעתנו, שבעזרת הקטלוג נוכל למצוא את דרכנו בתוך הספרייה ולהגיע לכל ספר שנחפוץ. עכשיו עומדת בפנינו בעיה חדשה, איך למצוא את הקטלוג. מיד נגלה שחיפוש כזה כרוך בבעיות בלתי פתירות.

למרבה הצער, כפי שבורחס ציין, הספרייה מכילה גם רבבות קטלוגים מזויפים. אם נתעלם שוב מבעיות של זמן חיפוש ונתמקד רק בבעיה הלוגית העקרונית, נוכל אולי להתגבר על רבבות העותקים המזויפים הללו, אם רק נמצא את ההוכחה לזיוף שלהם, שנמצאת אף היא בספרייה. אלא שגם כאן תהיה לנו בעיה עקרונית, מכיוון שבספרייה נמצאת גם הוכחת הזיוף של הקטלוג האמיתי, ואולי דווקא אותה נמצא קודם והיא תשכנע אותנו.

ובכל זאת, ידוע לנו גם כי בספרייה מצוי הקטלוג של כל הקטלוגים, אותו **"ספר שהוא המפתח והתמצית המושלמת לכל יתר הספרים"**, ואשר הספרן שכבר עיין בו, **"שקול כנגד האל"**. אילו מצאנו אותו, היינו יכולים באופן תיאורטי לדעת אילו מן הקטלוגים מזויפים ואילו לא, וזאת בהנחה שהיינו יכולים לזהות בוודאות את הקטלוג האמיתי של כל הקטלוגים, ושלא היינו מבלבלים בינו לבין הזיוף שלו. אבל גם אז הקטלוג של כל הקטלוגים מציב בעיה עקרונית לוגית עמוקה בהרבה.

הפרדוקס של ראסל

בהיותו הוא עצמו קטלוג, ברור שגם הקטלוג של כל הקטלוגים רשום כאחד הקטלוגים שמופיעים בו עצמו. רוב הקטלוגים אינם מסוג זה. למשל, אם בספרייה מסוימת הוחלט ב־1950 שעובדי הספרייה יחברו קטלוג X של ספרים שפורסמו לפני 1900, הרי ברור שהקטלוג X לא יירשם ברשימות שקטלוג X מכיל, שכן הוא עצמו לא פורסם לפני 1900. אבל אם באותו זמן מחברים העובדים קטלוג Y של כל הספרים שחוברו על־ידי עובדי הספרייה, הרי ש־Y חייב להירשם בו, שכן מתקיימת בו התכונה המגדירה את הרשומות של Y – דהיינו, הוא חובר על־ידי עובדי הספרייה. קטלוג כל הקטלוגים דומה במובן הזה ל־Y, שהרי אחד הפריטים הרשומים בקטלוג הוא הקטלוג עצמו.

קוראים המכירים את הפרדוקס הלוגי המכונה **"הפרדוקס של ראסל"**, יבינו מיד שעצם הרעיון של אותו קטלוג שהיה פותר לכאורה את בעיית החיפוש בתוך הספרייה, מכיל בתוכו סתירה לוגית ולכן הוא בלתי אפשרי. בשל קוצר היריעה לא נוכל לפרט כאן על הפרדוקס עצמו, אך חשוב לציין שברטראנד ראסל ניסח אותו ב־1903 כדי להצביע על הבעייתיות העקרונית בהנחות היסוד שבבסיס מושג הקבוצה במתמטיקה, כפי שהוא התפתח, בין היתר, בתורתו של קנטור, אותה כבר הזכרתי לעיל. ראסל דיבר על קבוצות במקום על קטלוגים, ועל קבוצות המופיעות כאחד האיברים של הקבוצה עצמה. הבעייתיות, לשיטתו, נעוצה בהנחה, שכל תכונה שאנו יכולים להעלות על דעתנו (מספרים אי־זוגיים, לדוגמה) קובעת קבוצה לגיטימית. אלא שיש תכונות (כמו, למשל, "להיות קבוצה של כל הקבוצות"), שיובילו לסתירה לוגית. בורחס שאב, כאמור, חלק גדול מידיעותיו המתמטיות מספריו של ראסל, וברור שבסיפור "הספרייה של בבל" הוא כיוון לרעיון הזה.

סוגיה מרכזית נוספת שהעסיקה את בורחס בכל יצירתו, היא תפקידו של הקורא ביצירה הספרותית, תפקיד לו ייחס חשיבות רבה מזה של הכותב. סוגיה זו מספקת לנו נקודת מפתח לסכם את הדיון על נוכחות הרעיונות המדעיים ביצירתו. עבור בורחס, קריאת טקסט ספרותי כפעולה אסתטית מבוססת מעל לכל על שמירה קפדנית של עיקרון **"דחיית אי־האמון"** מצד הקורא. זהו, כמובן, ההיפך המוחלט של החוזה הדמיוני הנערך בין מדען המציג את רעיונותיו לבין קוראיו. אלה מצווים להעמיד במבחן הספק והביקורת כל מילה המועברת להם בטקסט. ההבדל, אם כן, איננו בתוכן הטקסטים, אלא בסוג היחס של הקורא אליהם. בורחס מתייחס לשני סוגי הטקסט באופן דומה. גם כשהוא ניגש אל טקסט מדעי, בורחס מזמין אותנו לדחות את אי־האמון שאנו מחויבים לו באופן טבעי, לבדות בליבנו כי הבנו, ולהשתתף אגב כך, בהדרכתו, בעשייה שתתמקד אך ורק בהיבטים האסתטיים של הרעיונות שבפנינו. ייתכן שאילו הקדיש מאמץ רב יותר לעיין בטקסטים מדעיים אחרים ולבדות בליבו כי הבינם, יכולנו ליהנות היום ממטפורות אפיסטמולוגיות מרתקות נוספות על רעיונות שהמדע עשוי היה לספק לו. ■

www.tau.ac.il/~corry

רוצים לדעת יותר?

ליאו קורי, "עולמו הספרותי של חורחה לואיס בורחס", האוניברסיטה המשודרת, תל־אביב, 1997.

William Goldbloom Bloch, The Uninmaginable Mathematics of Borges' Library of Babel, New York, Oxford University Press (2008).

Floyd Merrell, Unthinking Thinking: Jorge Luis Borges, Mathematics and the New Physics, West Lafayette, IN, Purdue University Press (1991).

אילון ועדיה / איור: שירז פומן

"במבט פנימה, אל הנעשה במחקר הקליני ובתהליכי ההעברה הנדרשים כדי ליצור ממשק יעיל בין המוח למכונה, אנו מבחינים בהתפתחויות דרמטיות שלצידן בעיות קשות ולא פתורות. ככל שגדל מספר הקבוצות הפועלות בתחום מדעי זה, נראה העתיד תובעני ומבטיח בעת ובעונה אחת"

האדם הביוני

סכומי עתק מושקעים בכל רחבי העולם בחקר המוח - ללא ספק המערכת המורכבת והמעניינת ביותר עלי אדמות. במרכז החדש לחקר המוח שנפתח לאחרונה באוניברסיטה העברית בירושלים יעסקו, בין השאר, בפיתוח היכולות להפעיל כלים מכאניים ופרוטזות באמצעות הוראה ישירה מהמוח. פרופסור אילון ועדיה מתאר את הקשיים, את ההצלחות ואת התקוות

■ חקר המוח ניצב כיום בחזית המחקר המדעי בעולם. ברור לכל כי מדובר במערכת המורכבת ביותר הקיימת בטבע, ומה שמרשים עוד יותר – זו המערכת היחידה שחוקרת את עצמה. חוקרי המוח בעולם עומדים בפני שורה של אתגרים מרתקים שמחייבים מחקר וטיפול בין־תחומי. הנושא החם ביותר כרגע הוא הטיפול **בממשק מוח־מכונה**, שהוא היכולת שלנו להעביר פקודות מהמוח למתקן מכאני או רובוטי ולהפעילו. לכולם מובן שרק באמצעות שיתוף בין דיסציפלינות מצד אחד ומאמץ עולמי של העברה ושיתוף הידע מצד שני ניתן יהיה להגיע לפריצות דרך במחקר. נוירולוגים, נוירו־כירורגים, מדעני מוח, פיזיקאים תיאורטיים, ביולוגים, כימאים ומהנדסי מחשבים מגלים עניין בתחום יותר מאי־פעם. העבודה שלהם מעניקה לנו תקווה להתקדמות מחקרית משמעותיות.

האתגר הראשון טמון לכן בתחום הסוציו־אקונומי. אין מנוס מפריסת רשת עולמית של שיתוף פעולה וחילופי מידע בין החוקרים מכל התחומים הפעילים ברחבי העולם. האנושות חייבת ללמוד לשלב בין נטייתם הטבעיות של בני אדם להגיע להישגים אישיים, לבין העובדה שאנו, בני האדם, יצורים חברתיים מטבענו ומפיקים מעצמנו את המרב הודות לקשרי גומלין, שיתופי פעולה ועבודת צוות. הצורך לעבוד ביחד חייב להיות חזק משאיפת התהילה והאגו של החוקר הבודד. יש הכרח לחבר צוותים וחוקרים לעבודה משותפת, לבנות חלוקת עבודה מתוכננת, מושכלת ויעילה. המשימה היא ליצור תחושת "יחד" כלל־עולמית. לא מדובר באתגר אישי, אלא בפרויקט אנושי.

כאן אפשר ללמוד משהו מדרך העבודה והאסטרטגיה של המוח. אף אחד מאיתנו, בני האדם, אינו חש עצמו כ"צרור נוירונים, או אשכול של תאי עצב". למרות שהמוח שלנו הוא אוסף של מיליארדי תאים נפרדים, התאים האלה יודעים ומצליחים ליצור מערכת קשרי גומלין מופלאה המייצרת הכרה, אינטליגנציה, תבונה, רגשות ופעולות יצירתיות. חיקוי דגם הפעולה של המוח הוא האתגר המדעי והאנושי החשוב ביותר העומד כיום בפני אוכלוסיית העולם.

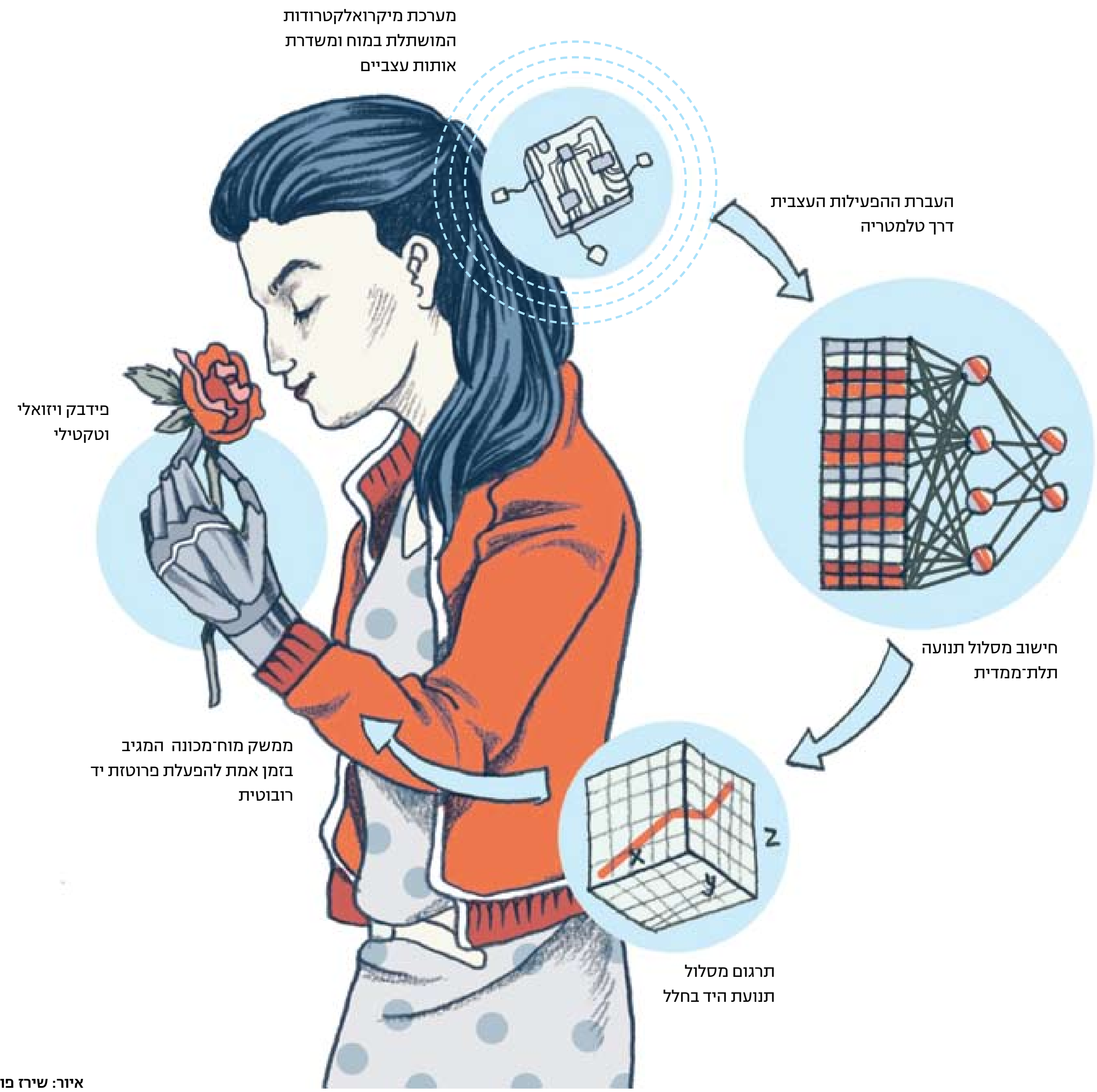
המטרה של כולנו - להבין את המוח - נשמעת אולי נאיבית ומובנת מאליה, אך למעשה היא נתונה גם היום לוויכוח. עדיין יש אנשים הטוענים שאין ביכולתנו להבין באמת מה מתרחש במוח. אנו ממשיכים לשמוע רעיונות כגון "איננו יכולים להבין את המוח בעזרת המוח", או "המוח מורכב וסבוך מדי להבנה". אחרים שואלים עד כמה יהיה עלינו להתקדם **בהבנת המוח** עד אשר נוכל להבין באמת את כוונותיו והאם באמת ניתן יהיה להבין כוונות אלו על סמך קריאת הפעילות האלקטרונית שלו?

הבעיות בהבנת המוח קשורות בעיקר לצורת החשיבה והפעולה שלנו. בשנים האחרונות יש הצטברות מרשימה של נתונים על המוח, אך אין ולו אדם אחד או מרכז מידע אחד האוצר את כל הנתונים הללו. יש לנו מבחר גדול של רעיונות ותיאוריות על המוח, אך עדיין לא השכלנו לבנות תיאוריה אחת גלובלית שאפשר להעמידה למחקר ולמבחן.

בלי תיאוריה כזו אנו ממשיכים בעיקר "למדוד דברים" ולאסוף נתונים. הנה, למשל, שיטה לא־פולשנית כגון רישומי EEG של המוח: שערו בנפשכם שאתם מנסים להבין הרצאה המועברת על־ידי מיליון מרצים, שכל אחד מהם משמיע (בעת ובעונה אחת) קטע קטן של ההרצאה. כל מה שאתם שומעים הוא המולה ובליל קולות מטושטשים ומהדהדים. אנו מקבלים רישום של מיליוני פעולות, אבל אלו אינם מתחברים בינתיים לכלל תיאוריה מסבירה.

לחלופין אנו מבצעים שיטות מחקר פולשניות כגון רישום פעילות של נוירון אחד (או אפילו רישום סימולטני של 500 נוירונים). במקרה זה, הבעיה הפוכה. אנו מנסים להבין "מחשב־על" מורכב במיוחד, שבו משתלבים זה בזה מיליארדי מעגלים, באמצעות רישום זרמים ממדגם אפסי של המעגלים הללו, זרמים שאפילו איננו מכירים את הקישורים

>>



איור: שירז פומן

>> המדויקים ביניהם ושאמצעי המדידה שלנו מקצרים במהלך הבדיקה חלקים אחרים. זו משימה הנראית לכאורה כמעט בלתי אפשרית.

פקודות מהמוח למכונות

האתגרים הגדולים הניצבים לפנינו בחקר ה־BMI (ממשק מוח־מכונה) נובעים מהאתגרים הניצבים בפני מדעי המוח בכלל. ההיבט החשוב ביותר של חקר ה־BMI טמון בשאיפה להגיע ליישומים קליניים טובים יותר. בעבר נעשו טיפולים קליניים רבים עוד לפני שהושגה הבנה מלאה של המערכת. לכולנו ברור בחוש, שמרגע שאנו מבינים כיצד פועל מכשיר - קל יותר לתפעל ולתקן אותו. לכן אנו לוקחים את המכונית או את מכשיר הטלוויזיה לתיקון אצל מומחים ולא מנסים להזיז חוטים ולבדוק אם שינוי שעשינו השיג את התוצאה המקווה. אנו זקוקים לתיאוריה ברורה כדי לייצר ממשק יעיל בין המוח שלנו למכונה רובוטית, וזו המשימה המרכזית בתחום.

במבט פנימה, אל הנעשה במחקר הקליני ובתהליכי ההעברה הנדרשים כדי ליצור ממשק יעיל בין המוח למכונה, אנו מבחינים בהתפתחויות דרמטיות שלצידן בעיות קשות ולא פתורות. ככל שגדל מספר הקבוצות הפועלות בתחום מדעי זה, נראה העתיד תובעני ומבטיח בעת ובעונה אחת.

כאמור יש שני אתגרים חשובים. הראשון בתחום ה**תיאוריה**: להבין את משמעות האותות העצביים הנמדדים באמצעות תיאוריה טובה על אופן פעילותו של המוח. אם אנו רוצים לגלות, למשל, אם המוח מתכוון להזיז את הזרוע - עלינו להבין, לכל הפחות, את סוג הפעילות המתבצעת במוח לצורך הוראה שכזו ובהמשך לנבא את פעילות המוח המצופה בכל תנועה ותנועה. כדי להגיע לתחזיות כלליות יותר - נזדקק לתיאוריה גלובלית יותר. האתגר השני קשור ל**איסוף מידע ופרשנות**: כדי להקשיב טוב יותר למוח, אנו זקוקים לאוזניים טובות ולשיטות יעילות המסוגלות לתעד את המידע ולפרשו.

הצעדים הראשונים בפיתוח תיאוריות על עקרונות פעילותו של המוח הנוגעות בחקר הנוירו־פרותזה, נעשו בעשור האחרון בתחום החישובי של בקרה סנסו־מוטורית. לאחרונה הצגתי יחד עם תלמיד המחקר, חגי ללזר, ראייה מעט שונה ורחבה יותר של התחום ולפיה תפקודי המוח אינם כתפקודי מכונה המקבלת גירויים חיצוניים ומגיבה אליהם. לדעתנו, המוח הוא מכונה של זיכרון שמתבססת על חיזוי. ההתנסויות של פעולות עבר **יוצרות מודלים פנימיים במוח**. המודלים הללו מנבאים את הקלטים החושיים הצפויים ואת תוצאות הפעילות שלהם עצמם, ומגבשים תפיסה ודרך פעולה. לפיכך, מה שאנו תופסים אינו בהכרח העולם כמות שהוא, אלא ההערכות של המציאות כפי שהן מתקיימות במוח.

אם לנסח זאת בדברי נוא ̇ (NOE), המבקש לתת דוגמה לתפיסה חזותית, "**חוויית הראייה מתרחשת כאשר אורגניזם משתלט על מה שאנו מכנים החוקים השולטים בקשר הגומלין בין פעולות לתחושות**" .

גישה זו נתונה כמובן לוויכוח, אך אפשר לנקוט בה בניסיון לבנות מכשיר המפרש את פעילות המוח. מטבע הדברים, האתגר טמון בבחינת תיאוריה כזו ובהצגת תיאוריות אלטרנטיביות נוספות. הבעיה הקשה העומדת בפני החוקרים בתהליך הבדיקה של השערות כאלו נוגעת ליכולתנו המוגבלת להפיק מידע רלוונטי מהפעילות המוחית שאחריה אנו עוקבים.

הפעילות מספקת לנו בינתיים רק מידע חלקי ו"רועש" אודות כוונותיו של המוח. יתרה מכך, הפעילות משתנה בלי הרף, בין אם בגלל בעיות טכניות כגון רישום לא יציב, ובין אם בגלל אופיו הסתגלני המובנה של המוח עצמו, המשנה את פעילותו על־פי ההתנסות של בעליו. יש גישות שונות להתמודדות עם האתגר הזה והן עולות מכמה וכמה פרסומים שראו אור בשנים האחרונות. (לדוגמה, Braun D.A. et al., 2005; Kim et al., 2008; Wu et al., 2006; Wu and Hatsopoulos, 2008).

המוח המסתגל

לנוכח האתגר עלינו לזכור שמדובר במערכת דינמית של ההתנהגות. כדי להבינה, עלינו ללמוד את הדינמיקה הרלוונטית של העיבוד העצבי; לכן עלינו לשפר את הבנתנו, את האופי הסתגלני של המוח. מעניין לציין,

"בעזרת העיקרון הזה למדו קופים ומכונות 'לעבוד יחד' בעשירויות השנייה. התוצאות הללו מעידות שאפילו חולים הסובלים משיתוק מוחלט יוכלו להכשיר עצמם ואת המחשב במהירות (בתוך דקה או שתיים) לפעולה משותפת, למרות שפעילות המוח משתנה מיום ליום ומדקה לדקה"

שייתכן שזו משימה קלה יותר מכפי שאנו נוטים לחשוב, שכן המוח מצטיין במשימות שכאלה. המפות של קליפת המוח מתאפיינות בדינמיות רבה, אפילו בשלבי הבגרות, ושיעורי השינוי של תאים יחידים ושל קשרי גומלין בין הנוירונים משתנים בקצב מהיר למדי בתהליך הלמידה.

כדי לקדם את פיתוח המנגנונים המלאכותיים המונחים ומופעלים בהוראה מהמוח ומצליחים ליצר תנועות המדמות במדויק את התנועות הטבעיות, יש להמשיך במסלול מחקר זה ולשים דגש מיוחד על פיתוח תוכנות למידה אופטימליות, המותאמות למגבלות הלמידה המוטורית של האדם ולביצועיו בתנאים משתנים. בנוסף, יש ללמד ולאמן את המוח לתקשר עם המנגנון המלאכותי הזה.

במעבדתי פיתח תלמיד המחקר, לביא שפיגלמן, אלוגריתם מתמטי שמתנהג כמו המוח במובן זה שהוא לומד במהירות להבין מה אומרים תאי העצב ועוקב אחר שינוי התפקוד שלהם בזמן שהם לומדים. כך הצלחנו ללמד ישירות את תאי העצב במוח, באמצעות ממשק מוח־מכונה שהופעל על־ידי האלגוריתם, לשנות את הפעילות שלהם כדי ללמוד מטלה חדשה. אחד ממסלולי המחקר במעבדה מנצל את תיאוריית הלולאות הסנסו־מוטוריות ומוכיח באמצעות יישומה שיפור מרשים בביצועי ממשק מוח־מכונה. האלגוריתם הזה משתנה בלי הרף כרקע לשינויים בפעילות המוח, ובו־בזמן מפקח על ההתנהגות ושולט בה.

בעזרת העיקרון הזה למדו קופים ומכונות "לעבוד יחד" בעשיריות השנייה. התוצאות הללו מעידות שאפילו חולים הסובלים משיתוק מוחלט יוכלו להכשיר עצמם ואת המחשב במהירות (בתוך דקה או שתיים) לפעולה משותפת, למרות שפעילות המוח משתנה מיום ליום ומדקה לדקה.

יש עדיין מקום רב לשיפור ביכולתנו לקרוא את פעילות המוח. השיטות הלא־פולשניות טעונות שיפור. כמה מהן בעלות רזולוציה נמוכה מדי של המרחב (כולל בדיקות EEG ו־fMRI) ורזולוציה נמוכה של הזמן (f-MRI). בנוסף, מכשירים רבים לא מספיק מעשיים לשימוש שוטף (למשל מכשיר MRI אינו נייד).

גם טכנולוגיות פולשניות אינן מועילות במיוחד ביישומים קליניים במצבן הנוכחי. היום אפשר להשתיל שבבים, אך במרבית המקרים השבבים עדיין פוגעים ברקמה במידה זו או אחרת ואינם מחזיקים מעמד שנים ארוכות. אחת הדוגמאות למאמצים בכיוון הנכון מתוארת בידי קנדי ועמיתיו, שפיתחו אלקטרודות נוירו־טרופיות (Bartels et al., 2008).

השיטות הטלמטריות (שידור זרמים חשמליים מהמוח אל מחוץ לגוף ללא חוטים) מצומצמות עדיין ואינן מאפשרות שידור ספקטרום של כל אותיות המוח, או אפילו העברת מידע מספק במהירות הדרושה של מאות אלקטרודות פעילות. ובכל זאת, יש דוגמאות למאמצים הנעשים לאחרונה בכיוון הנכון. כך ניתן לראות בפיתוח מערכת של 96 ערוצים לצבירת נתונים שאפשר לשתול אותה, והיא מבצעת מעקב ומשדרת נתונים אלחוטיים ליחידה חיצונית.

יהיו קוראים שיטענו שפריצת הדרך עומדת על הסף. אולי, אבל מרבית המדענים מאמינים שיידרשו טכנולוגיות משופרות בהרבה כדי להגיע למכשירים יעילים שיתפקדו לאורך זמן בהצלחה ובלי לגרום נזק לקליפת המוח.

אנו עשויים לראות אור בקצה המנהרה בתחום המחקרים של ננו־טכנולוגיה, שבמסגרתם יפותחו ננו־גלאים שאותם יהיה אפשר לשתול בתוך המוח ולמדוד פעילות אלקטרונית מקומית. כאשר יבוא היום ונוכל לשתול אלפי גלאים שאינם מזיקים לרקמה ושיוכלו להעביר גרסה דחוסה של המידע אל מחוץ למוח - זו תהיה מהפכה חשובה בתחום ה־BMI.

בנוסף לתחום המחקר התיאורטי, אנו עומדים בפני אתגר טכנולוגי לא פחות חשוב. פיתוח שיטות לא־פולשניות כרוך בהגדלת הרזולוציה של המרחב והזמן ומיניאטוריזציה של המכשירים וספקי הכוח. מדובר באתגרים הנדסיים שעשויים להיראות שוליים, אך בלעדיהם לא תהיה התקדמות מספקת.

ההתפתחויות הטכנולוגיות הללו ישמשו לא רק לפיתוח ממשקי מוח־מכונה והרכבת פרוטזות מוטוריות, אלא גם בטיפולים אחרים כמו גירויים חשמליים במעגל סגור בעומק המוח - תחום שבו נדרשת פעילות רישום והתערבות רגולטיבית כדי לשקם פעילות נורמלית, כאשר זו חורגת מהמסלול (כמו למשל במחלת פרקינסון).

כל הגלאים והאלגוריתמים החכמים הללו חייבים להשיק למוח מצד אחד ולהיות מקושרים לגורמים המפעילים מצד שני. פתרון ביניים ינוע בין שליטה במחשב או במתקנים רובוטיים (כגון זרועות, כיסא גלגלים, ידיים וכדומה). הפתרון הסופי בתחום הנוירו־פרוטזה יהיה טמון בשליטה על הגפה הטבעית. האתגר לטווח הארוך יותר עשוי להימצא בהרחבת המחקר ליישומים קליניים רחבים הרבה יותר. לא להסתפק בטיפול בבעיות שיתוק, אלא ללמוד להתערב גם בתפקודים אחרים של המוח, כולל תפקוד קוגניטיבי ומצבים פסיכיאטריים, כגון הפרעה אובססיבית־קומפולסיבית, דיכאון וסכיזופרניה.

לצרכים אלה כבר מנסים להשתמש בגירויים חשמליים, אך כאמור נדרשת עבודה מקיפה כדי להגיע לשיטות רישום־גירוי משוכללות שיאפשרו למוח לעבור מדפוסי פעילות לא תקינים לדפוסים נורמליים.

אם נזכור את התיאוריה שהצעתי בתחילה, שעל־פיה עוסק המוח בתיאום בין מודלים פנימיים בתוכו לבין הנתונים שהוא קולט, אין מדובר במשימה בלתי אפשרית. הרחבת השימוש הקליני לתחומים אלה תעלה סוגיות אתיות רציניות שיעמידו לאנושות אתגרים חשובים, מדעיים ופילוסופיים. על המדענים העוסקים במחקר להניח כרגע לאתגר אתי זה ולהתרכז בפיתוח המודלים והטכנולוגיות הנדרשים. יחד עם זאת, נצטרך כולנו לנסח ולהסכים בהמשך הדרך על כללי אתיקה שיתאימו להתפתחויות הטכנולוגיות.■

eilonv@ekmd.huji.ac.il

יובל דרור / דימויים: גילה קפלן

בין הפטיש לגרזן

בשני ספרים רבי השפעה שולטת אליטה בהמון באמצעות טכנולוגיה מתוחכמת. ב־"1984" מתאר ג'ורג אורוול עולם מיוסר ופסימי. ב"עולם חדש מופלא" משתמש אלדוס האקסלי בטכנולוגיה גנטית ליצירת חברה הרמונית שלווה ומשוללת כל שאיפות. האם הופכת הטכנולוגיה המודרנית לזרוע שלטונית שמחסלת כל סימן לאינדווידואליזם ומקוריות?

■ בשנת 1949 פורסם ספרו של ג'ורג' אורוול, "**1984**". בספר מתוארת חברה אנושית דיקטטורית ומדוכאת ונטבע בו אחד המונחים המפורסמים בתרבות המערבית – "האח הגדול". 17 שנה מוקדם יותר פרסם אלדוס האקסלי את "**עולם חדש מופלא**", רומן רב השפעה שמציג גם הוא חברה דיקטטורית, אך שונה: לא דיכוי בכוח הזרוע, אלא אושר כפוי ומתמשך המבוסס על התניות גנטיות.

בשני הספרים יש תפקיד מרכזי לטכנולוגיה חדישה. אצל אורוול משמש הטלסקרין כמכשיר שליטה חברתית בעל עוצמה. אצל האקסלי קובעת מראש טכנולוגיה גנטית מתוחכמת את הסדר החברתי. האם בסוף העשור הראשון של המאה ה־21, בעידן של התפתחות טכנולוגית מואצת, אנו קרובים לעולמו של אורוול? לעולמו של האקסלי? או אולי אנו רחוקים מרחק רב מחזונות חברתיים מבהילים ומדכאים אלה?

לונדון של ""1984"" אינה חברה שופעת טכנולוגיות, ולמרות זאת כמעט בכל רגע נתון מודע הקורא לכך שלצד גיבורי הרומן נוכח הטלסקרין, מכשיר טלוויזיה דו־כיווני, שלא ניתן לכבותו, הממוקם בבתי האזרחים ובמקומות ציבוריים. הטלסקרין מאפשר לשלטונות להעביר הוראות ושידורי תעמולה, כמו גם לעקוב בכל רגע נתון אחר פעולותיהם של כל אחד מחברי המפלגה.

למרות שהטלסקרין הוא מטפורה רבת עוצמה לאיבוד הפרטיות, הוא אינו הכרחי לקיום שליטתו של "האח הגדול", שכן הוא רק אחד ממספר טכנולוגיות מעקב ודיכוי המופעלות כנגד חברי המפלגה. הטכנולוגיות האחרות הן טכנולוגיות אנושיות במהותן: משטרת המחשבות שמשוטטת ברחובות, הילדים שמלשינים על הוריהם, תעמולה בלתי פוסקת, צנזורה, שליטה בשפה ומחיקת מילים מן המילון כדי להגביל יכולת ביטוי ומחשבה חתרנית, וכמובן שכתוב בלתי פוסק של העבר באמצעות שינוי רשומות, דיווחים וכל תיעוד אחר שאינו תואם את הקו הרשמי של המפלגה. העבר מתעדכן בהתאם לצרכי ההווה. במובן זה, הטכנולוגיה שמציג אורוול בספרו אינה מתוחכמת או עתידנית במיוחד אפילו ביחס לתקופה בה נכתב הספר. יתכן שמסיבה זו, לא מצא אורוול לנכון למקם את האירועים שמתרחשים בספר ב"עתיד הרחוק". זו גם הסיבה שהוא אינו נקרא כמו ספר מדע בדיוני.

במהלך הספר מצליח אורוול להפיח חיים בקונספט שהציג בשנת 1785 ג'רמי בנת'האם, הפנאופטיקון. מדובר בארכיטקטורת שליטה לבתי כלא המאפשרת לאדם אחד לפקח על רבים. למעשה, מספר בתי כלא שכאלו אכן נבנו בארה"ב ואחד מהם עדיין פועל באילינוי ומוכר בשם Round House. במרכז הרעיון של הפנאופטיקון מקופלת ההנחה שאנשים יתנהגו בצורה המצופה מהם אם יאמינו שכל הזמן ניתן לפקח עליהם. למרות שלא ידעו מתי מתבצע הפיקוח בפועל, עצם הידיעה שהם מפוקחים בכל רגע נתון וצפויים לעונש על כל התנהגות לא תקינה, מספיקה כדי לגרום להם לנהוג כראוי.

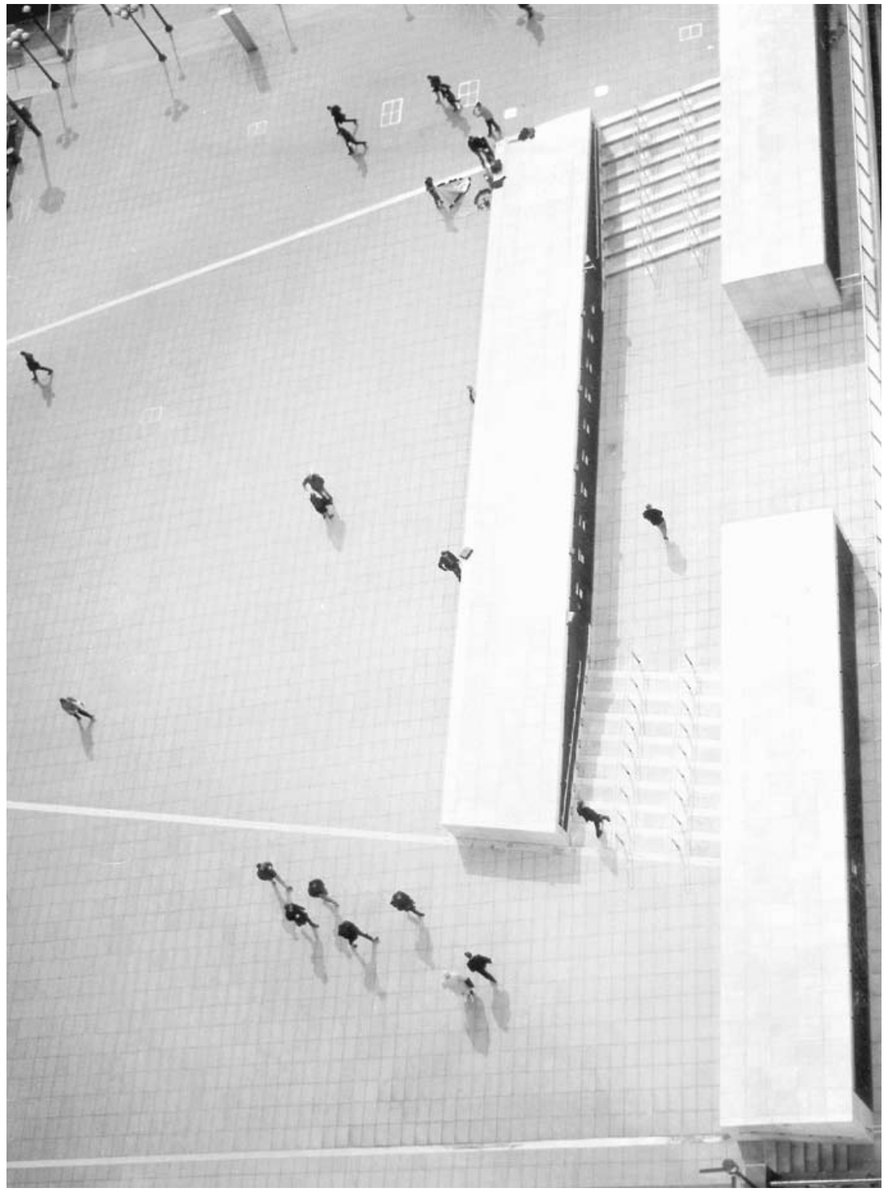
אורוול, טען החוקר הארי סטרוב (Strub), יישם את הרעיון של הפנאופטיקון ב־"1984" בצורה מבעיתה. הפיקוח בעולמו של וינסטון סמית מתבצע כל העת. אפילו תמונת הדיוקן של "האח הגדול" צוירה כך שנוצרה אשליה אופטית לפיה עינו עוקבת אחר הצופה בה. העונשים הם חמורים וגם אם הם לא מושתים באופן מיידי, אין כל ספק שהעבריין יבוא על עונשו מוקדם או מאוחר.

"עולם חדש מופלא" מציג תמונה שתחילה נדמית כאופטימית הרבה יותר. הספר נפתח בביקור באולם ההפריה שב"מרכז מדגרה והתניה ללונדון המרכזית", בו מיוצרים תינוקות בפס ייצור וגדלים תחת פיקוח מלא. טכנולוגיית ההפריה היא כזו שאין עוד צורך בקיום יחסי מין

> **אורוול כתב את ספרו בשעה שבברית־המועצות הפעילו השלטונות חלק גדול מהאמצעים שהוא תיאר. בין השאר התקיים בה שכתוב יומיומי של ספרי ההיסטוריה על־פי צרכי המפלגה**

למטרות רבייה. חלק מהעוברים מקבלים מנות שונות של כימיקלים או נמנע מהם חמצן כדי לעצור את התפתחותם, וזאת כדי שבבגרותם יתמחו בביצוע עבודות נחותות יותר. משום כך, עוד בטרם לידתם מופרדים התינוקות למעמדות: אלפא, ביתא, גמא, דלתא ואפסילון. בני מעמד האלפא הם בעלי מנת האינטליגנציה הגבוהה ביותר ולכן עוסקים בניהול ובשליטה בעוד שבני מעמד הדלתא והאפסילון אינם חכמים אך חזקים, ולכן עובדים בעבודות פיזיות.

כל תינוק עובר תהליך של התניה שקובע אילו מוצרים יצרוך כבוגר, מאילו פעילויות ישאב הנאה, ממה יפחד וכן הלאה. כך לדוגמה, תינוקות שבבגרותם יישלחו לאזורים טרופיים כדי לשמש ככורים, מותנים לפחד מקור. בנוסף,



עוברים התינוקות תהליך של "לימוד תוך שינה", שבמהלכו מקריאים להם שוב ושוב משפטים ועובדות. כך לדוגמה, בני מעמד הביתא לומדים מתוך שינה שבני מעמד האלפא פיקחים יותר אך עובדים קשה יותר, ולכן מה טוב שהם בני מעמד הביתא. התוצאה החברתית מהממת: אלה שנותנים את ההוראות שמחים בחלקם ואלה שמקבלים את ההוראות אינם נוטרים להם טינה. כל אדם מבצע את ייעודו החברתי בשמחה תוך שהוא בטוח שהוא מגשים את עצמו בצורה מלאה.

כאשר הם הופכים למבוגרים, יכולים אזרחי העולם החדש לקחת גלולות שמחה, "**סומא**", סוג של גלולה נגד דיכאון, שילוב של מריחואנה עם פרוזק, פתרון שלא משאיר כל תופעות לוואי, אינו ממכר ונמכר בחסות המדינה. "**יש בו את כל היתרונות של הנצרות והאלכוהול; אין בו גם אחת ממגרעותיהם**", מוסבר. לבסוף, האזרחים יכולים לשעשע את עצמם באמצעות טכנולוגיות שונות כמו טלוויזיה, מוזיקה סינתטית, סרטים שמגרים את חמשת החושים ("מגעונים"), ובעבור בני מעמד האלפא – מסוקים שנושאים אותם ממקום למקום.

הטכנולוגיות השונות מאפשרות קיום יחסי מין חופשיים ללא רגשות אשם (אם כבר, מתעוררים רגשות אשם כאשר לא נענים ליחסי מין חופשיים), מייצרות שביעות רצון מובנית, מעודדות פאסיביות פוליטית וריקנות אינטלקטואלית. כל אלה מייצרים גן עדן תועלתני בו האושר ממוקסם על חשבון כל תכונה אחרת שהופכת את בני האדם למעניינים. האזרחים בעולמו של האקסלי (בניגוד לזה של אורוול) מגיבים ללא רגשות למתרחש סביבם מכיוון שהם מותנים להגיב כפי שהם מגיבים. שילוב זה מוביל ליציבות חברתית וחוסר רצון אמיתי למרוד בקונצנזוס: אחרי הכל, לכולם טוב.

למרות ההבדלים הברורים בין הספרים, שניהם מציגים חברה דיקטטורית במהותה. על אף שהטכנולוגיה אינה תנאי הכרחי לקיומו של השלטון, היא המכשיר שבאמצעותו מושגת היציבות החברתית הנדרשת לתחזוקו השוטף.

שני הסופרים עוסקים בדרך שבה בני האדם, באמצעות כיבוש המדע והטכנולוגיה, יוצרים סטטוס־קוו חברתי־פוליטי־כלכלי. בעצם, רומזים השניים שכתבו באמצע המאה ה־20, בעתיד הלא־רחוק, תתאפשר הפעלת כוח מוחלטת מצד השלטון, שכן האדם יוותר על עצמאותו בין אם יהיה מודע לכך (אצל אורוול) או שלא (אצל האקסלי). בחסות המדע והטכנולוגיה יתרחש הרס כמעט מוחלט של הזהות ושל האינדיווידואלית. התקווה היחידה נעוצה בקרב אנשים שמתנתקים או אינם חשופים להשפעתה הטוטאלית של הטכנולוגיה, שמחסלת כל אפשרות לקיום חלופי.

מדוע "1984" מפחיד כל־כך באותנטיות שלו בעוד ש"עולם חדש מופלא" נתפס כסאטירה חברתית? נראה שהסיבה לכך היא שאורוול הציג יישום פוליטי של טכנולוגיה שהיתה מוכרת לקוראים כבר בשנות ה־40 ומוכרת לנו

>>

>> היום אפילו עוד יותר. אחרי הכל, מי לא חשוף לטכנולוגיות מעקב הפועלות בכל מקום וללא הפסקה?

אירונית במיוחד היא העובדה שאורוול מיקם את הרומן שלו בלונדון, אנגליה. בשנת 2008 הוערך כי באנגליה פועלות בין 4–4.3 מיליון מצלמות במעגל סגור, כמצלמת מעקב לכל 14 תושבים. נתון זה הופך את אנגליה למדינה בעלת יכולת המעקב הגדולה ביותר בעולם אחר אזרחיה. מחקרים שבוצעו במדינה מצאו כי מדי יום מצולם אזרח בריטי כ־300 פעם על־ידי מצלמות מעקב ואבטחה, ובלונדון נתון זה גבוה עוד יותר. זאת ועוד, מספר המצלמות צפוי לגדול בעתיד אם תאושר תוכניתה של משטרת אנגליה להוסיף אלפי מצלמות אבטחה בצידי כבישים אשר ינטרו את המתרחש בדרכים. הצילומים ממצלמות אלו יישמרו לתקופה של חמש שנים ויחוברו למאגר מידע ארצי.

אורוול, כך נראה, קלע למטרה, אך החמיץ את ההקשר הפוליטי הרחב. מדינות הגוש המזרחי, ובראשן ברית־המועצות, התפרקו ורוב המדינות בעולם אינן מפעילות טרור בלתי פוסק כנגד האזרחים במטרה לשבור את רוחם ולרסק את נפשם. המדינה היחידה שעונה בדרך כלשהי על המודל האורווליאני היא צפון־קוריאה, בה דיכוי האזרחים קרוב למוחלט. המערכת הפוליטית במדינה מוגבלת אל תוך המפלגה הקומוניסטית, כאשר כל העוצמה מצויה בידי קים ז'ונג איל המשמש כראש המפלגה וראש הצבא. כחלק מפולחן האישיות הנהוג במדינה, יש לכנותו "המנהיג היקר", בעוד אביו, שהוכרז כנשיא הנצחי של המדינה, מכונה "המנהיג הדגול". יתכן שהסיבה לצמצום הטכנולוגי הכפוי הנהוג בצפון־קוריאה נעוץ בהערכה כי יותר משהטכנולוגיה משמשת כלי לשעבוד, היא משמשת ככלי לשחרור ההמונים מהבורות ומהניתוק. רמז לתהליך מעין זה ניתן למצוא במדינה הקומוניסטית הגדולה בעולם, סין.

האם הטכנולוגיה משחררת? הפילוסוף הצרפתי ז'אק אלול (Ellul), טען שטכנולוגיה היא לא רק מכשירים ומכונות, אלא "טכניק", הוויה שעם הזמן הפכה לתודעה המשעבדת את המעשים ואת המחשבה, תודעה שהפכה את בני האדם לאובייקטים שלה. זהו המקור לאי־הנחת שחשים רבים בשעה שהם

בשנת 2009 הודיעה הממשלה הבריטית כי בכוונתה להשקיע כשני מיליארד דולר כדי לפתח מערכת אשר תיירט מסרי דואר אלקטרוני והודעות ברשתות חברתיות. מידע זה ינותב למאגר מידע ויישמר במשך 12 חודשים במטרה לאפשר לרשויות להשתמש בו בחקירותיהן

מתמודדים עם הטכנולוגיה, זוהי אותה תחושה עמומה שקצת – ואולי בעצם, "הרבה" – איבדנו שליטה על חיינו לטובת המכשירים שמקיפים אותנו. "עד למאה ה־18 בני אדם שלטו בבירור על חייהם הטכנולוגיים. אך מרגע שהגיעה הטכנולוגיה לשלמות ולמימדים מסוימים והתופעה הטכנולוגית נולדה, היא הפכה, במובנים מסוימים, לגורלו של אדם", כתב אלול.

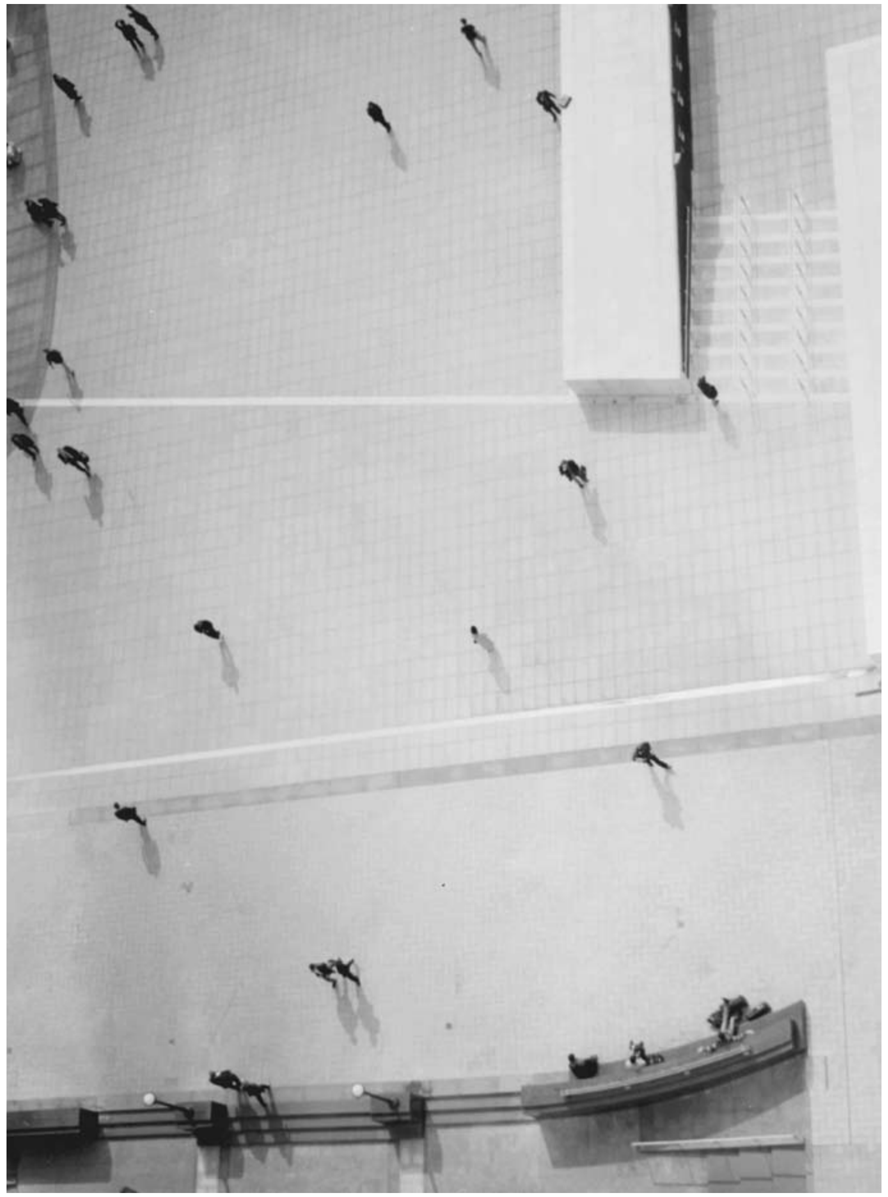
יתכן, אם כן, שבעוד אורוול טעה בזהות המשעבד ("האח הגדול"), הוא לא טעה ביחס לעצם מצב השעבוד. "הטכניק לא יכולה שלא להיות טוטליטארית. הכל הוא עניינה", קבע אלול והבהיר כי בעולם המודרני אין כמעט תהליך שאינו נוצר דרך משקפיה המוחלטות של הטכנולוגיה: התהליך הפוליטי, חינוך, יחסי מין, ילודה, ניהול, תקשורת המונים – מה בעצם לא?

האם כפי שמציע האקסלי יש שעבוד אנושי ברצון ובהסכמה? בספרו "האדם החד־ממדי" טען בשנת 1964 הפילוסוף הרברט מרקוזה (Marcuse), למרות שלא התייחס ישירות להאקסלי, כי התשובה לכך חיובית. על־פי מרקוזה, הטכנולוגיה מסייעת בכינון צורות חדשות, יעילות ונעימות יותר, של פיקוח ובקרה חברתיים ושל ליכוד חברתי.

לשיטתו של מרקוזה, פתרונות טכנולוגיים שונים מחזקים את הסטטוס־קוו על־ידי כך שהם מאפשרים את ביטול החיכוך המעמדי שהיה מציאות חיים, כמו גם תנאי הכרחי, למרד מעמד הפועלים. לא רק שהמציאות הטכנולוגית מביאה לכך שמהפכה לא תיתכן, היא מביאה לכך שאין בה כלל צורך! "**אם השכיר ומעבידו נהנים מאותה תוכנית טלוויזיה עצמה ומבלים באותם מקומות נופש עצמם, אם הכתבנית לבושה ומאופרת בצורה מצודדת לא פחות מאשר בת המעביד שלה, אם יש לכושי קדילאק, אם קוראים כולם אותו עיתון עצמו – הרי מיזוג וטמיעה אלה מציינים לא את היעלמותם של המעמדות, אלא את השיעור שבו כל אותם צרכים וסיפוקם, המסייעים לקיומו ולשימורו של הממסד, הם מנת חלקה של האוכלוסייה הנתונה למרותו**", כתב. מכאן שלמרות שהחברה אינה שוויונית, לאף אחד כבר לא אכפת.

האקסלי צפה זאת. במכתב ששלח לאורוול בשנת 1949, לאחר שהאחרון שלח לו עותק מספרו, כתב: "מדיניות של מגף לפנים לא יכולה להימשך לנצח... האמונה שלי היא שהאוליגרכיה השלטת תמצא שיטות ממשל פחות בזבזניות ומתישות כדי לספק את התאווה שלה לכוח".

"הטכנולוגיה היא לא רק מכשירים ומכונות, אלא הוויה שעם הזמן הפכה לתודעה המשעבדת את המעשים ואת המחשבה, תודעה שהפכה את בני האדם לאובייקטים שלה. זו אותה תחושה עמומה שקצת - ואולי בעצם, "הרבה" - איבדנו שליטה על חיינו לטובת המכשירים שמקיפים אותנו"



בחינה של החברה המערבית בתוכה אנו חיים, חייבת להתמודד עם השפעות הטכנולוגיה ועם השאלה עד כמה אפשר להתנגד לדרך החיים שלנו והאם מישהו בכלל מעוניין בהתנגדות שכזו. האם אנחנו יכולים להסתדר בלי הטכנולוגיות שמסביבנו (מכונית, טלפון סלולרי, טלוויזיה, מחשב, רשת האינטרנט, הנדסה גנטית), שהופכות את חיינו לקלים יותר, פשוטים יותר ולכן נוחים יותר לקונפורמיות? אם כולם רואים את אותן תוכניות טלוויזיה, קונים את אותו ארון ב"איקאה", אוכלים את אותו מזון מהיר ויוצאים לאותה חופשה בטורקיה, מי בכלל זקוק ל"סומא"?

כל אדם מבצע את חלקו בשמחה ולכן מקבל בשמחה את תוצרי פעולתו: ביטחון, זמן פנוי וטובין חומריים. אפילו חופש הבחירה נשמר בתוך המרחב הצרכני: הצרכנים יכולים לבחור איזה מוצר לרכוש. בצירוף מקרים נפלא, הבחירה החופשית מייצרת "דרישה" אשר תואמת בדיוק מוחלט את היכולת של המערכת לספק אותה.

במובן זה, מבני האדם בחברה המודרנית נשלל דבר מה שנשלל גם מאזרחי "עולם חדש מופלא": המודעות לעובדה שהם מנוצלים, משועבדים, מותנים לדרך מחשבה מסוימת, ומכאן שאינם מסוגלים להעלות על הדעת אפשרות לשינוי המצב. מרקוזה ביטא זאת היטב כאשר כתב: "אין שחרור בלא תודעת העבדות". הרציונליות הטכנולוגית שבתוכה אנו חיים ממסגרת את המחשבה, את השפה, את הפעולה. אין להתפלא לכן שגם כאשר נוצרת האנרגיה החברתית להתנגדות ולמרידה, היא באה לא פעם לידי ביטוי בקריאה הנרגשת: "היכנסו לפייסבוק והצטרפו לקבוצת המחאה".

החדשות הטובות הן שאורוול, כמו גם האקסלי, טעו. אנו לא חיים תחת משטר דיקטטורי אפל העוקב אחרינו, שובר את רוחנו ועסוק כל הזמן במלחמות דמיוניות. אנחנו גם לא מופרדים למעמדות באמצעות טכניקות של הנדסה גנטית, התניה פאבלובית ולימוד תוך שינה. הטכנולוגיה לא חיסלה עד כה את הרצון לחופש.

החדשות הרעות הן שאורוול, כמו גם האקסלי, צדקו. אנו נמצאים תחת מעקב ושליטה הולכים וגוברים של ממסד שלטוני. בעזרתה האדיבה של הטכנולוגיה ניתן לעקוב אחר כל תנועה או פעולה שאנו עושים. החדירה לפרטיות נעשית חריפה ואנו תורמים לה בשמחה באמצעות מסירת פרטים אישיים ללא הפסקה. הטכנולוגיות השונות הפכו את חיינו לאחידים, פשוטים, צפויים ובעיקר נוחים. נוחים כל־כך עד שלרגע נראה שאין כל סיבה למהפכה או לשינוי. בשביל מה? עוד רגע משדרים בטלוויזיה פרק חדש של "האח הגדול". ■

yuval.dror@gmail.com

ד"ר יובל דרור הוא חוקר אינטרנט וטכנולוגיה. הוא מלמד באוניברסיטאות תל־אביב, בר־אילן ובן־גוריון.

זאב שביידל

סקירה של כמה מהדיונים המדעיים והאינטלקטואליים בכתבי עת ברחבי העולם, והפעם:

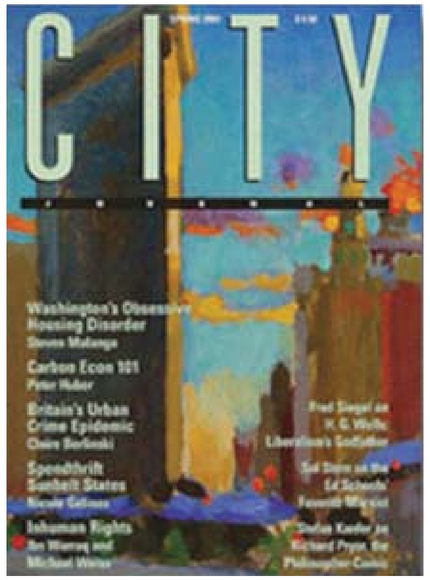
על האסתטיקה כתכונה אנושית אוניברסלית / על סריקות מוח וקריאת מחשבות / על ניצול אנרגיית השמש למפרש חלל

יופי אוניברסלי

http://www.city-journal.org/2009/bc0130jp.html

רב־המכר והלהיט התורן בתחום הפסיכולוגיה האבולוציונית - ספרו של דניס דאטון (Denis Dutton) "אינסטינקט האמנות" (The Art Instinct), עומד במרכז מאמרו של ג'יימס פאנרו ב־"City Journal". דאטון הוא פילוסוף אבולוציוני ומקים האתר www.aldaily.com, שמרכז את כל הידיעות והמאמרים החשובים בתחומי ההגות והמדע, שמתפרסמים ברשת בשפה האנגלית.

"אינסטינקט האמנות" עוסק באחת החידות הגדולות של הפסיכולוגיה



האבולוציונית: מה מקורו של הצורך האנושי באסתטיקה. על פניה, המשיכה ליופי אינה משרתת צורך הישרדותי מיידי כלשהו של האדם, ולמרות זאת היא נפוצה בכל התרבויות, אם כי מקבלת ביטוי שונה בכל אחת מהן. אם כך, איך התפתחה הנטייה הזו?

דאטון טוען בצורה חד־משמעית, שבני האדם נולדו עם דחף טבעי "מובנה" לאמנות, שמועבר בגנים שלהם באמצעות מנגנוני הברירה הטבעית. הביטויים האסתטיים של דחף זה מקבלים אופי דומה ואוניברסלי בתרבויות שונות. ואכן, מחקרים שנערכו בארצות ובתרבויות שונות גילו העדפה ויזואלית־אסתטית דומה אצל רוב בני האדם. מושאי היופי שמושכים את עיניהם של מרבית האנשים, במגוון תרבויות, הם: פרחים, יערות ומרחבים פתוחים, מים, בעלי חיים ודמויות אנושיות.

דאטון סבור שהאסתטיקה האוניברסלית הזו מדגימה את הקשר המובהק בין השאיפה שלנו ליופי לבין המוצא האבולוציוני המשותף לכל בני האדם. הטיעון הזה עומד בסתירה להשקפות מודרניות מקובלות, שמייחסות את ההעדפות האסתטיות להבניה תרבותית או להשתלטות קולוניאלית של התרבות המערבית על תרבויות אחרות. לא, אומר דאטון, אימפריאליזם מערבי או הבניה תרבותית אינם יוצרים דברים יש מאין, אלא מתפתחים על בסיס קיים בתודעה האנושית, בסיס שייתכן כי בזמן הקרוב נגיע להבנה הנוירולוגית שלו.

עם זאת, דאטון מתקשה בשלב ההוכחות לתיאוריה שלו. כמו חלק גדול מההסברים בפסיכולוגיה האבולוציונית, גם כאן מדובר בטיעון מעגלי המתקשה לתת תשובה ברורה לשאלה, לאיזה צורך הישרדותי תורם החוש האסתטי שלנו.

האם מכונות יקראו את מוחנו ?

http://www.opendemocracy.net/article/can-a-machine-change-your-mind

כתבה של ג'ין או'גריידי בפרויקט המקוון Open Democarcy מוקדשת לפולמוס סביב מאמר שהתפרסם בחודש מארס השנה ב"טיימס", אשר דן בשימוש שנעשה בטכניקות של סריקה ממוחשבת של המוח לשימושים חברתיים.

מחקרים שונים בתחום התקשורת מלמדים על מידת הפופולריות וההתקבלות של הסריקות באמצעות טכניקות ההדמיה למיניהן, ובעיקר ה־MRI. ממחקרים אלה עולה, כי מאמר מדעי שמתפרסם בליווי תמונות של הדמיה ממוחשבת, נקרא ביותר תשומת לב מאשר מאמר מחקרי שמתפרסם ללא איורים נלווים מסוג זה.

בדיוק בנושא זה עוסק מאמרו של ד"ר דיוויד גרייבס בגיליון זה. גרייבס טוען כי מושגי היופי שלנו מושתתים במובנים רבים על יצירות אמנות שהצליחו לחשוף את ההגיון הפנימי המשוער של הטבע ולתאר אותו באמצעים חזותיים ופלסטיים

שאלה מעניינת ושנויה במחלוקת היא, האם סריקת MRI תסייע לנו לא רק בהבנת הפעילות המוחית ברמה הקלינית, אלא

>>

<<

גם בחשיפה של מנגנוני החשיבה. הכתבה ב"טיימס" מתארת יישומים שמראים בעליל, כי "קריאת מחשבות" מעין זו מתחילה להפוך למציאות. בשלב ראשון, סריקת MRI עשויה להחליף את הפוליגרף בבדיקת מהימנותה של עדות. המדדים של הפוליגרף, רמת התרגשות והזעה, לא נחשבים לאמינים מספיק, ולכן מנסים כעת לבדוק אם הפעילות המוחית תספק מדד אובייקטיבי יותר.

כך, למשל, מראים לאדם תמונה של מקום כלשהו ושואלים אותו, האם היה שם בשעה מסוימת. במקביל מבצעים סריקת מוח. מתברר שהפעילות באזורים מסוימים של המוח משתנה כאשר האדם צופה בתמונה של מקום מוכר. כך, גם אם נאשם כלשהו יטען שלא היה בזירת הפשע מעולם, הרי שהפעילות המוחית שלו תסגיר את התשובה האמיתית. בהודו כבר דווח על כמה הרשעות פליליות (ובמקביל, על זיכויים) שנעשו, בין היתר, על בסיס עדות נוירולוגית כראיה תקפה וקבילה. בית־המשפט הבריטי, לעומת זאת, דבק בעמדה שמרנית וסירב לזכות את סוזן המילטון, שנשלחה לכלא ב־2003 באשמה שהרעילה ילד שהיה בהשגחתה. המילטון מתעקשת על חפותה, וסריקת מוח ממוחשבת שפורסמה ב־Europian Psychiatry תומכת בטענה זו. בהסתמך על הערכת החוקרים, כי רמת דיוקן של סריקות מסוג זה אינה מגיעה ל־100%, החליט בית־המשפט שלא לקבל את הסריקה המוחית כראיה.

אך או'גריידי מעלה במאמר שאלה שונה לגמרי - האם אנחנו מוכנים לקבל את הגישה הרדוקציוניסטית המצמצמת, לפיה רגשות הם לא יותר מאשר תגובה מוחית כלשהי. ובמילים אחרות, עד כמה אנחנו מוכנים לכך שרישומי פעילות מוחית יחליפו את השיח על מוסר, צדק, אחריות ורגשות. מבחינתה, התשובה ברורה. שינוי תפיסתי שכזה, טוענת או'גריידי, לא יקדם אותנו בהבנת המורכבות והרב־ממדיות של המציאות האנושית.

מפרשי השמש

http://www.theatlantic.com/doc/200905/solar-sailing

מאמרו של תומס מאלון (Thomas Mallon) ב־"Atlantic Monthly" מתמקד בהיבטים הכלכליים והחברתיים, הצדדים הפחות זוהרים של פרויקט המצית בדרך־כלל את דמיונם של החוקרים - החיפוש אחר חיים תבוניים מחוץ לכדור הארץ. נקודת המוצא עגומה למדי: שנים לאחר סיומה של המלחמה הקרה, סוכנויות החלל של רוסיה ושל ארה"ב נמצאות בקיפאון עמוק, חקר החלל והיקום אינו עומד יותר בראש סדר העדיפויות של המדינות המובילות, והפוליטיקאים אינם ממהרים לשחרר את סכומי העתק הנדרשים.

ובכל זאת, משהו קורה בתחום זה. המאמר מתאר צוות אמריקאי־רוסי משותף, ארבעה מדענים סך הכל, עם חזון וזיק בעיניים, שמקווים לקדם יום אחד את הפרויקט הגדול הבא של חקר החלל - חלליות שיעשו שימוש באנרגיה הנספגת מקרני השמש, וישייטו בחלל באמצעות מנוע המכונה "מפרש השמש" (solar sailing).

כמו בפיתוחים מדעיים רבים, החידוש הטכנולוגי המהפכני הזה נברא בדמיונם של סופרי המדע הבדיוני, ובמקרה זה הסופר האמריקאי הגדול ארתור קלארק, שהלך לעולמו בשנה שעברה. ניצול אנרגיית השמש למסע בחלל נראה רעיון פשוט ומובן מאליו, אך היישום המעשי הוא מורכב ואולי אפילו בלתי־אפשרי. עם זאת, אם הוא יצליח, עשויות להיות לו השלכות על חלופות אנרגיה שיעזרו בפתרון המשבר האקולוגי העולמי.

הטענה המרכזית נגד מפרש השמש היא, שהוא גלגול מודרני של רעיון ה־perpetuum mobile, ושהפיזיקה הוכיחה כבר שאי־אפשר לייצר מנוע נצחי, שפועל ללא הפסקה. לעומת זאת, המצדדים ברעיון טוענים כי מדובר במערכת פתוחה, שהאנרגיה זורמת בה בצורה חופשית, ולכן לא חלים עליה כללים פיזיקליים שהופכים את עקרון המנוע הנצחי לבלתי אפשרי.

מכל מקום, הסיכויים הקטנים להצלחה והעלות הגבוהה מרחיקים בינתיים את חברות הטכנולוגיה מהפרויקט, ומעטים הגופים העסקיים שהביעו עד כה נכונות להשקיע בו. משקיעים דוגמת סרגי ברין, אחד ממפתחי מנוע החיפוש גוגל, מוכנים להשקיע בתחום בעל סקס אפיל כמו פיתוח כלים לתיירות חלל, אבל פרויקט ארוך טווח ומסובך כמו מפרש השמש לא מצליח לקנות לו מעריצים גדולים בקרב הקהילה העסקית. ■

zeeviksh@gmail.com